

Тагліна О. В.

Т13 Біологія. 10 клас. Профільний рівень: Розробки уроків. — Х.: Вид-во «Ранок», 2012. — 464 с. — (Серія «Профільна школа»). + Дод. (16 с.).

ISBN 978–617–540–600–7.

Посібник укладений згідно з чинною програмою біології для 10-х класів загальноосвітніх навчальних закладів профільного рівня. Розробки уроків містять методичні рекомендації щодо структури уроків, форм, засобів і методів навчання, орієнтовне календарно-тематичне планування, ретельно розроблені конспекти уроків, запитання для поточного контролю навчальних досягнень учнів.

Видання призначене для вчителів, що викладають курс «Біологія» профільного рівня у 10-х класах загальноосвітніх навчальних закладів.

ISBN 978–617–540–600–7

© О. В. Тагліна, 2012
© ТОВ Видавництво «Ранок», 2012

Цей методичний посібник містить розробки уроків, написані відповідно до програми з вивчення біології на профільному рівні в 10-му класі у класах біолого-хімічного, біолого-фізичного (медичного), біолого-географічного, біолого-технологічного та інших природничо-математичних профілів.

Метою цієї книги є методична підтримка вчителя при підготовці до уроків біології у спеціалізованих класах, забезпечення його необхідною інформацією, матеріалами, що допомагають мотивувати й організовувати навчальний процес, а також здійснювати контроль його результатів.

Пропонований посібник допоможе вчителю:

- забезпечити загальноосвітню профільну підготовку учнів з біології на поглибленому рівні;
- створити умови для самореалізації особистості, розвитку її інтелектуальних здібностей, пізнавального інтересу, навичок науково-дослідницької діяльності, умінь застосовувати біологічні знання на практиці;
- сформувати в учнів систему наукових знань про закономірності живої природи;
- ознайомити учнів з методами пізнання природи та взаємозв'язком між розвитком методів і теоретичних узагальнень біологічної науки;
- розвинути у десятикласників пізнавальний інтерес, інтелектуальні та творчі здібності шляхом експериментування, розв'язування біологічних задач, моделювання біологічних процесів;
- сформувати в учнів уміння самостійно проводити пошук та аналіз біологічної інформації.

Програма з біології для спеціалізованих класів розрахована на три роки. У 10-му класі передбачено вивчення чотирьох розділів цієї програми: розділ I «Загальна характеристика живої природи», розділ II «Молекулярний рівень організації живої природи», розділ III «Клітинний рівень організації живої природи», розділ IV «Організменний рівень організації живої природи».

Навчальний матеріал курсу формується на основі принципів організації живого, загальних закономірностей функціонування та розвитку живих систем, механізмів взаємодії організмів з навколишнім середовищем.

Відповідно до Державного стандарту базової та повної середньої освіти курс біології побудований на послідовному вивченні рівнів організації живого — від молекулярного до біосферного.

У спеціалізованих 10-х класах вивчення курсу біології починається з розділу «Загальні властивості живої природи», у якому розглядається комплексний характер сучасної біологічної науки, її теоретичне та практичне значення, методи біологічних досліджень, внесок учених світу й України в розвиток біології. Розділ «Загальна характеристика живої природи» складається з двох тем: «Біологія — наука про життя» і «Системна організація живої природи».

У ході вивчення другого розділу — «Молекулярний рівень організації живої природи» — відбувається формування знань про хімічний склад біологічних систем. Цей розділ складається з трьох тем: «Елементний склад біологічних систем», «Неорганічні речовини живих організмів», «Біомолекулярний склад живого».

Знання про основні сполуки живих систем є базою для розуміння третього розділу програми — «Клітинний рівень організації живої природи». У ньому вивчають такі теми: «Структура клітинного рівня: біомолекули та органели клітини», «Основні процеси клітинного рівня», «Самовідтворення клітини. Віруси».

У розділі IV «Організменний рівень організації живої природи» вивчається дві теми: «Організм як біосистема: структурні елементи і основні процеси» і «Властивості організмів: розмноження та індивідуальний розвиток».

Програма з біології для 10-х профільних класів розрахована на 175 годин — 5 годин на тиждень (із них 15 годин — резервні). Таке розподілення пов'язано з тим, що на профільному рівні збільшуються обсяг понятійного апарату й глибина засвоєння понять, зростає перелік умінь та їхня складність, а також здійснюється формування необхідної для майбутнього біолога культури оформлення і проведення біологічних досліджень.

У спеціалізованих класах має бути посилена увага до організації самостійної пізнавальної діяльності під час проведення лабораторних і практичних робіт та дослідницьких завдань.

Особливістю курсу біології для 10-го класу є тісний зв'язок з хімією, активне використання хімічних понять для розуміння біологічних процесів. Програмою передбачено безліч хімічних експериментів, які є ефективним засобом формування таких понять, як органічні речовини, хімічна реакція, хімічний зв'язок, типи реакцій, біополімери. Саме хімічний експеримент підводить учнів до розуміння молекулярної логіки живого.

Практична частина програми представлена лабораторними й практичними роботами, що проводяться на уроках, і трьома окремими лабораторними практикумами. Орієнтуючись на наявне у його розпорядженні матеріально-технічне забезпечення, учитель сам визначає форму організації навчальної діяльності учнів на практичних заняттях — фронтальну, індивідуальну чи групову.

Метою біологічних досліджень, перелік яких уміщено в «Лабораторному практикумі», є повторення, поглиблення, розширення та узагальнення

знань, отриманих учнями в процесі вивчення теми чи розділу, розвиток і вдосконалення умінь та навичок у процесі самостійного розв'язування учнями задач, пов'язаних з експериментом.

Слід зазначити, що тематика досліджень «Лабораторного практикуму» є орієнтовною — вчитель може обирати теми занять на власний розсуд, з урахуванням власних матеріально-технічних можливостей. Для їхнього проведення використовують резервні години.

Програму з біології для спеціалізованих класів побудовано так, щоб учень міг здійснювати вибір індивідуальної освітньої траєкторії. Саме тому під час занять надають перевагу різним видам самостійної роботи учнів: проведенню короткотривалих практичних досліджень та уявного експерименту, обговоренню їхніх результатів у ході дискусії в групах, презентації завдань, виконаних індивідуально або в малих групах.

Зміст посібника дає можливість організувати творчу співпрацю всіх учасників навчального процесу, показати шляхи до взаєморозуміння та взаємодопомоги, сформувати в учнів толерантність. У ньому використовуються методи навчання, засновані на активній участі всіх учнів: обговорення проблемної ситуації, мозковий штурм, дискусії, вивчення окремого випадку, робота в групі тощо.

Окрім того, зміст посібника спрямований на поетапне формування особистості згідно з віковими особливостями десятикласників. Він дозволяє використовувати інтерактивні методи навчання, усвідомлено відпрацьовувати практичні дії при вивченні кожної теми.

Ще однією особливістю цього посібника є орієнтація на нову педагогічну етику, яка передбачає:

- використання у навчальному процесі міжособистісного діалогу;
- формування в учнів умінь й бажання вчитися;
- виховання потреби й здатності до навчання;
- формування в учнів цілісного наукового світогляду.

У посібнику представлені плани-конспекти до всіх уроків курсу «Біологія» для 10-х спеціалізованих класів. На початку кожного уроку визначена його мета, виокремлені базові поняття і терміни, що використовуються на уроці, поданий перелік необхідного обладнання та матеріалів, зазначений тип уроку та його структура. Плани-конспекти містять опис таких етапів уроку:

- актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності;
- вивчення нового матеріалу;
- узагальнення, систематизація і контроль знань та вмінь учнів;
- самостійна робота учнів;
- підбиття підсумків уроку;
- домашнє завдання.

Зазначений хронометраж уроку.

У кожному уроці подані методичні рекомендації щодо вирішення проблем, пов'язаних з розумінням нового матеріалу учнями, проведено аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань. Окрім того, на уроках обговорюються проблеми підготовки учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Пропоновані уроки залишають простір для творчості кожного вчителя, оскільки автор розуміє, що в спеціалізованих класах працюватимуть учителі з великим досвідом роботи й високим професійним рівнем.

Автор робить посилання на посібник: Біологія. 10 клас: Зошит для лабораторних і практичних робіт (профільний рівень) / І. П. Упатова, О. М. Білик. — Х.: Вид-во «Ранок», 2011. — 112 с. (Далі в тексті — ЗЛПР.)

До посібника додається календарно-тематичне планування.

Автор вважатиме своє завдання виконаним, якщо розробки уроків полегшать працю вчителя, заощадять його час, допоможуть зробити уроки курсу «Біологія» у 10-му спеціалізованому класі творчими й цікавими для всіх учасників навчального процесу.

Успіхів вам, дорогі вчителі!

РОЗДІЛ І. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВОЇ ПРИРОДИ (16 ГОДИН)

Тема 1. Біологія — наука про життя (8 годин)

Вивчаючи цю тему, учні дізнаються:

- про об'єкт вивчення і завдання біології;
- видатних учених-біологів;
- методи біологічних досліджень;
- основні етапи розвитку біології;
- тенденції та напрями розвитку сучасної біологічної науки.

Вивчаючи цю тему, учні навчаються:

- наводити приклади біологічних наук та їх досягнень;
- аналізувати можливості різних методів біологічних досліджень;
- оцінювати соціальне й пізнавальне значення біології в сучасному суспільстві;
- застосовувати знання для використання методів біологічних досліджень і доказу пізнаванності живої природи.

УРОК № 1

Тема уроку: Біологія як наука. Об'єкт вивчення, завдання, історія становлення і розвитку, наукові поняття (науковий факт, гіпотеза, закономірність, закон, теорія).

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про біологію як науку, її об'єкт вивчення, завдання, історію становлення й розвитку.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати об'єкт вивчення, завдання, історію становлення й розвитку біології, біологічні наукові поняття.

Базові поняття і терміни: предмет науки, науковий факт, гіпотеза, закономірність, закон, теорія.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Біологія як наука: об'єкт вивчення, завдання, історія становлення і розвитку.	
2. Наукові поняття, науковий факт, гіпотеза, закономірність, закон, теорія.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Ви вже знаєте основи деяких наук — фізики, хімії, біології. Як ви думаєте, чому виникають нові науки? Чим одна наука відрізняється від іншої?

Обговорюючи запитання, учитель з'ясовує, що кожна наука має власний предмет вивчення, методи, за допомогою яких вона вивчає цей предмет, цілі й місце серед інших наук. Нові науки виникають у тому випадку, коли з'являється новий предмет вивчення та нові методи його вивчення. Наприклад, предметом науки генетики є такі фундаментальні властивості живого, як спадковість і мінливість. Генетика сформувалася як наука завдяки гібридологічному методу, що дозволяв вивчати спадковість і мінливість.

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Біологія як наука: об'єкт вивчення, завдання, історія становлення і розвитку.

Біологія — одна з природничих наук, предметом якої є живі істоти та їхня взаємодія з навколишнім середовищем. Біологія вивчає усі аспекти життя, класифікує та описує живі істоти, вивчає походження їхніх видів, взаємодію між собою та з навколишнім середовищем.

Як особлива наука біологія виділилася з природничих наук у XIX столітті, коли вчені з'ясували, що живі організми мають певні властивості, які й стали предметом вивчення біології.

Термін «біологія» запровадив у 1802 році Жан-Батист Ламарк. Саме він уперше відкрито заявив, що біологія є окремою наукою зі своїм предметом та методами.

Біологія вивчає усі рівні живого від молекулярного до біосфери в цілому. Вона є надзвичайно диференційованою наукою, що поділяється на безліч напрямів. Наприклад, біохімія вивчає хімічні основи життя, молекулярна біологія — складні взаємодії між біологічними молекулами, клітинна біологія й цитологія — структурно-функціональну організацію клітини, гістологія й анатомія — будову тканин та організму з окремих органів і тканин, фізіологія — фізіологічні функції органів, етологія — поведінку живих істот, екологія — взаємозалежність різних організмів та їхнього середовища. На межі біології та інших наук виникають: біомедицина, біофізика, біохімія, біометрія, біоніка тощо.

2. Наукові поняття, науковий факт, гіпотеза, закономірність, закон, теорія.

Учні повинні вчитися оперувати біологічними поняттями, установлювати взаємозв'язки між біологічними фактами, процесами, явищами. Для цього їх необхідно познайомити з основними науковими поняттями.

Наукове знання формулюється мовою термінів і понять. Поняття стають знаковою основою для опису явищ і наукових фактів, формулювання законів та наукових теорій.

Явища — це події навколишньої дійсності, які можна спостерігати безпосередньо або за допомогою технічних засобів. Будучи осмисленими на рівні закономірностей і підтверджені кількома незалежними дослідженнями, явища стають науковим фактом.

Закони й закономірності відображають істотні, стійкі, повторювані зв'язки й стосунки між фактами, процесами, об'єктами дослідження. Закони стають основою для формулювання наукових теорій.

Теорія — це узагальнене наукове знання у певній ділянці, до структури якого входять поняття, явища, наукові факти, закономірності й закони. Теорія будується на основі результатів спостережень, підтверджених гіпотез, перевірених і доведених фактів та сформульованих законів. Таким чином, теорія є складною системно-функціональною структурою, що складається зі взаємозалежних і взаємопов'язаних елементів — видів наукового знання: спостережень, гіпотез, експериментів, основних положень і наслідків, нових гіпотез.

Гіпотеза — це науково обґрунтоване припущення про причини або закономірні зв'язки яких-небудь явищ чи подій природи, суспільства, мислення. Фактично гіпотеза — це недоведене твердження, припущення або здогад.

Найважливішою характеристикою наукової теорії є її прогностична функція. Наприклад, хімічні теорії Д. Менделєєва та П. Бутлерова дозволили передбачити відповідно існування нових хімічних елементів та ізомерів сполук вуглецю. Теорія Ч. Дарвіна дозволила передбачити й пояснити механізми виникнення різноманітних пристосувань у живих істот.

► Робота в групах. Робота з підручником

Викладаючи новий матеріал, учитель може використовувати роботу в групах з текстом підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Основною проблемою цього уроку є нерозуміння учнями поняття «предмет науки». Слід докладно поговорити про те, що один і той самий об'єкт може стати предметом вивчення різних наук. Наприклад, цитологія людини вивчає її клітини, анатомія — органи й системи органів, психологія — особливості психіки й поведінки. Об'єкт один, а предметів вивчення багато, тому й наук багато.

Виникає проблема з розумінням того, що наука — це система понять. За визначенням, поняття — це відображена в мисленні єдність істотних властивостей, зв'язків і стосунків предметів або явищ. Ф. Енгельс писав, що поняття є «скорочення, у яких ми охоплюємо, згідно з їхніми загальними властивостями, безліч різних чуттєво сприйнятих речей», а також нечуттєвих об'єктів, таких, як інші поняття. Наприклад, біологічними поняттями є поняття «клітина», «організм», «біосфера», «ріст», «розвиток», «обмін речовин». Біологія, як і інші науки, є системою взаємозалежних понять.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Біологія — одна з природничих наук, предметом якої є живі істоти та їхня взаємодія з навколишнім середовищем. Термін «біологія» запровадив у 1802 році Жан-Батист Ламарк. Біологія вивчає всі рівні живого від молекулярного до біосфери в цілому.

Наукове знання формується мовою термінів і понять. Явища — це події навколишньої дійсності, які можна спостерігати безпосередньо або за допомогою технічних засобів. Закони й закономірності відображають істотні, стійкі, повторювані зв'язки й стосунки між фактами, процесами, об'єктами дослідження.

Теорія — це узагальнене наукове знання в певній ділянці, до структури якого входять поняття, явища, наукові факти, закономірності й закони.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Робота із зошитом**

► **Робота з підручником**

Під час узагальнення й систематизації знань і вмінь учнів можна використовувати роботу із зошитом та підручником.

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Типові помилки учнів пов'язані з незнанням біологічних наук та предметів їхнього вивчення, слабким володінням понятійним апаратом біології, невмінням користуватися такими поняттями, як науковий факт, гіпотеза, закономірність, закон, теорія. Самі терміни школярі вивчають досить швидко, але слід докладно поговорити про зміст, який стоїть за цими термінами.

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Що є предметом вивчення науки біології?
- Чим відрізняються гіпотеза, закономірність, закон, теорія?

- Що таке поняття?
- Доведіть, що наука є системою понять.

Самостійна робота учнів

Самостійну роботу учнів можна організувати з використанням робочого зошита, підручника, роздавального матеріалу. Можна запропонувати самостійно скласти тести за темою уроку.

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Для підготовки до тестування за темою уроку можна запропонувати учням самостійно скласти тести за зразком.

Зразок

Установіть відповідність між термінами та визначеннями.

- | | |
|------------------|---|
| 1. Теорія | А. Науково обґрунтоване припущення про причини або закономірні зв'язки яких-небудь явищ або подій природи |
| 2. Явища | Б. Події навколишньої дійсності, які можна спостерігати безпосередньо або за допомогою технічних засобів |
| 3. Гіпотеза | В. Узагальнене наукове знання у певній ділянці, до структури якого входять поняття, явища, наукові факти, закономірності й закони |
| 4. Науковий факт | Г. Об'єктивна й неспростовна подія, явище, установлене або виявлене в ході наукового дослідження (спостереження, вимірювання тощо), яке є підставою для висновку або підтвердження чого-небудь. Основа наукового знання |
| | Д. Безліч елементів (предметів, понять), які пов'язані один з одним та утворюють певну цілісність, єдність |

Відповідь: 1 — В, 2 — Б, 3 — А, 4 — Г.

► **Словничок**

Алгоритм — ряд послідовних дій, необхідних для розв'язування задачі.

Аргумент (доказ) — положення, думка, істинність якої перевірена й доведена практикою і яка з цієї причини може бути використана для обґрунтування істинності або хибності іншого положення.

Аспект — точка зору, з якої розглядається об'єкт (предмет, явище, процес, поняття) дослідження; одна зі сторін явища.

Верифікація — перевірка істинності теоретичних положень, установлення вірогідності дослідним шляхом: зіставленням зі спостережуваними об'єктами, чуттєвими даними, експериментом.

Висновок — остаточне судження, отримане в процесі умовиводу із засновків.

Гіпотеза — наукове припущення, вірогідність якого в цей момент не може бути доведена й перевірена, але яке пояснює явища, що досі не мали наукового пояснення.

Дискусія — наукова суперечка, обговорення фахівцями (усне або в письмі) якого-небудь спірного питання з метою його правильного розв'язання.

Доказ — логічна дія, спрямована на обґрунтування істинності якого-небудь твердження (думки, висловлення, судження, теорії) за допомогою інших тверджень, істинність яких вважають доведеною; довід або факт, який підтверджує що-небудь.

Закономірність — сукупність стійких залежностей між явищами й предметами.

Знання — результат процесу пізнання, процесу вивчення людиною навколишньої матеріальної дійсності; сукупність наукових понять та уявлень про навколишній світ, факти дійсності: відображення характеристик реальності у вигляді уявлень, понять, суджень і теорій.

Ідея — основна, головна думка, задум, визначальне положення у системі поглядів, теорій тощо, у якому відображений об'єкт вивчення, міститься знання мети, перспективи пізнання і практичного перетворення дійсності.

Концепція — сукупність взаємозалежних уявлень, система поглядів на проблему, те чи інше розуміння явищ, процесів, коли визначаються цілі та завдання дослідження й указуються шляхи його проведення; єдиний, визначальний задум, основна, головна думка якого-небудь твору, наукової праці тощо.

Критерій — ознака, на підставі якої виробляється оцінка, визначення або класифікація чого-небудь, мірило.

Метод — спосіб досягнення певної мети, спосіб пізнання, теоретичного дослідження або практичного виконання чого-небудь; сукупність прийомів або операцій практичного чи теоретичного освоєння дійсності.

Наслідок — явище, що обумовлюється, породжується іншим явищем (причиною).

Наука — історично сформована й така, що безупинно розвивається на основі суспільної практики, система об'єктивно-істинних знань (або окрема галузь таких знань) про природу, суспільство й мислення, про об'єктивні закони їхнього розвитку; сфера людської діяльності, де відбуваються вивчення та систематизація об'єктивних знань про дійсність.

Наукова інформація — інформація, яка створюється в ході наукового дослідження та яка відображає умови, зміст і результати цього дослідження.

Наукове дослідження — процес вироблення нових наукових знань, один з видів пізнавальної діяльності; характеризується об'єктивністю, відтворюваністю, доказовістю й точністю.

Науковий факт — об'єктивна й неспростовна подія, явище, установлене або виявлене в ході наукового дослідження (спостереження, вимірювання тощо), яке є підставою для висновку або підтвердження чого-небудь. Основа наукового знання.

Поняття — логічно оформлена загальна думка про предмет, явище, об'єкт, що відображає його сутність і є результатом пізнання об'єкта.

Практика — діяльність людей, яка спрямована на перетворення природи й суспільства, яка забезпечує створення належних умов існування та розвитку суспільства, джерело й критерій істинності знань.

Причина — явище, яке безпосередньо обумовлює, породжує інше явище (наслідок).

Система — безліч елементів (предметів, понять), які пов'язані один з одним та утворюють певну цілісність, єдність.

Теорія — сукупність узагальнених положень (основних, провідних ідей), які утворюють науку (розділ науки, галузь знання, сукупність правил у ділянці якої-небудь майстерності), створена в результаті наукового пізнання закономірностей розвитку природи й суспільства.

Термін — слово або словосполучення, яке точно позначає певне наукове поняття.

Фактор — причина, рушійна сила якого-небудь процесу, явища, що визначає його характер або окремі його риси.

Явище — дія, що відбувається з предметами, процес їхньої зміни в часі й просторі.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 2

Тема уроку: Основні методи біологічних досліджень. Практична робота № 1. Планування біологічних досліджень. Практична робота № 2. Використання порівняльно-описового методу у вивченні різноманітності інфузорій та їх руху.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про основні методи біологічних досліджень.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати основні методи біологічних досліджень.

Базові поняття і терміни: спостереження, порівняння, експеримент, моделювання.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Поняття методу.

2. Основні методи біологічних досліджень.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів.....	5 хв.
Домашнє завдання.....	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Якими методами можна користуватися під час вивчення тих чи інших об'єктів, процесів, явищ? Із чого б ви почали вивчення, наприклад, поведінки птахів, які живуть у вашій місцевості?

Обговорюючи запитання, учитель з'ясовує, які знання мають школярі, підводить їх до розуміння того, що їхніх знань недостатньо, використовує бесіду для актуалізації опорних знань та мотивації подальшого навчання.

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Поняття методу.

Поняття «метод» (від грецького слова «методос» — шлях до чого-небудь) означає сукупність прийомів та операцій практичного й теоретичного освоєння дійсності. Метод озброює вченого системою принципів, вимог, правил, керуючись якими, він може досягти поставленої мети.

Існує ціла галузь знання, яка спеціально вивчає методи і яку прийнято йменувати методологією. Методологія дослівно означає «вчення про методи».

Класифікація загальнонаукових методів тісно пов'язана з поняттям рівнів наукового пізнання. Розрізняють два рівні наукового пізнання: емпіричний і теоретичний. Емпіричний рівень наукового пізнання характеризується безпосереднім дослідженням реально існуючих, чуттєво сприйманих об'єктів. Тут переважає живе споглядання (чуттєве пізнання). Теоретичний рівень наукового пізнання характеризується перевагою раціонального моменту — понять, теорій, законів та інших форм і «розумових операцій». Відсутність безпосередньої практичної взаємодії з об'єктами спричинює ту особливість, що об'єкт на даному рівні наукового пізнання можна вивчати тільки опосередковано, в уявному експерименті, але не в реальному.

Теоретичний рівень — більш високий щабель у науковому пізнанні. Емпіричне дослідження, виявляючи за допомогою спостережень та експериментів нові дані, стимулює теоретичне пізнання.

2. Основні методи біологічних досліджень.

Відомо, що основними методами біологічного дослідження є спостереження, порівняння, експеримент, моделювання.

На емпіричному рівні використовуються методи спостереження та експерименту.

Спостереження — це свідоме й цілеспрямоване сприйняття явищ і процесів без прямого втручання в їхній перебіг, підпорядковане завданням наукового дослідження. Основні вимоги до наукового спостереження такі: 1) однозначність мети, задуму; 2) системність у методах спостереження; 3) об'єктивність; 4) можливість контролю або шляхом повторного спостереження, або за допомогою експерименту.

Спостереження використовують переважно там, де втручання в досліджуваний процес небажане або неможливе.

Експеримент, на відміну від спостереження, — це метод пізнання, під час якого явища вивчають у контрольованих і керованих умовах. Експеримент переважно здійснюється на основі теорії або гіпотези, що визначають постановку завдання та інтерпретацію результатів.

Розрізняють кілька видів експерименту. Найпростіший вид експерименту — якісний, що встановлює наявність або відсутність пропонованих теорією явищ. Іншим, більш складним видом є вимірювальний, або кількісний, експеримент, що встановлює кількісні параметри якої-небудь властивості (або властивостей) предмета, процесу. Особливим різновидом експерименту у фундаментальних науках є уявний експеримент.

Спостереження й експеримент є джерелом наукових фактів, під якими в науці мають на увазі особливого роду пропозиції, що фіксують емпіричне знання.

► Робота в групах. Робота з підручником

Вивчення нового матеріалу може бути побудоване не тільки на розповіді вчителя, але й на роботі з текстом підручника, роботі в групах, які обговорюють ті чи інші питання. Наприклад, «Чим відрізняється спостереження від експерименту?»

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Учні вперше зіштовхуються з поділом емпіричного й теоретичного знання, конкретними методами, які використовують у біологічних дослідженнях. Проблема полягає не в тому, щоб учні запам'ятали назви цих методів, а в тому, щоб вони могли використовувати їх під час планування самостійних наукових досліджень. Тому слід навести конкретні приклади використання кожного з обговорюваних методів та розглянути їх.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Поняття «метод» означає сукупність прийомів та операцій практичного й теоретичного освоєння дійсності.

Основними методами біологічного дослідження є спостереження, порівняння, експеримент, моделювання. Спостереження — це свідоме й цілеспрямоване сприйняття явищ і процесів без прямого втручання в їхній перебіг. Експеримент, на відміну від спостереження, — це метод пізнання,

під час якого явища вивчають у контрольованих і керованих умовах. Спостереження й експеримент є джерелом наукових фактів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення знань потрібно провести практичну роботу № 1 «Планування біологічних досліджень» і практичну роботу № 2 «Використання порівняльно-описового методу у вивченні різноманітності інфузорій та їх руху» (ЗЛПР, с. 32, с. 35).

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань із даної теми, пов'язані з відсутністю досвіду практичної наукової діяльності, тому вони не можуть застосовувати свої теоретичні знання на практиці, відрізняти спостереження від експерименту, розуміти, яким вимогам має відповідати експеримент, що таке контрольовані умови й науковий контроль експерименту. Для запобігання таким помилкам потрібно докладно проаналізувати один конкретний експеримент, показавши на ньому, як створюються контрольовані умови й здійснюється контроль експерименту.

► Запитання для повторення та обговорення

- Що таке метод?
- Чим теоретичне знання відрізняється від емпіричного?
- Чим спостереження відрізняється від експерименту?
- Наведіть приклади спостережень та експериментів. Укажіть, за якими критеріями ви визначаєте експеримент.

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестів у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання. Наприклад, за зразком завдань на встановлення відповідності між назвами наукових методів та їхнім описом.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 3

Тема уроку: Система і класифікація біологічних наук. Зв'язок біології з іншими науками.

Мета уроку: сформулювати в учнів поняття про класифікацію біологічних наук і зв'язок біології з іншими науками.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати класифікацію біологічних наук, зв'язок біології з іншими науками.

Базові поняття і терміни: критерії класифікації біологічних наук.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Система і класифікація біологічних наук.	
2. Зв'язок біології з іншими науками.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

За якими критеріями можна класифікувати біологічні науки?

Обговорюючи це запитання, учитель показує, що критерії можуть бути різними. Так, науки можна класифікувати за досліджуванним об'єктом (наприклад, орнітологія вивчає птахів, іхтіологія — риб), за рівнями організації живого (молекулярна біологія вивчає молекулярний рівень організації живого, цитологія — клітинний), за досліджуваними властивостями живого (генетика вивчає спадковість і мінливість, біоритмологія — явище циклічності).

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Система і класифікація біологічних наук.

Історичний шлях розвитку біології мав своїм наслідком формування системи біологічних наук. За досліджуваними об'єктами серед них можна виділити зоологію, ботаніку, мікологію, вірусологію; за досліджуваними властивостями та функціями — фізіологію, ембріологію, генетику, етологію; за рівнями організації живого — молекулярну біологію, цитологію, гістологію, анатомію, біологію розвитку, екологію. Багато біологічних наук є комплексними, інтегрованими, наприклад біохімія, біофізика, радіобіологія, біогеографія.

Усі біологічні науки пов'язані між собою й утворюють єдину систему знань про живу природу.

2. Зв'язок біології з іншими науками.

Біологія тісно пов'язана з іншими природничонауковими дисциплінами. На межі наук виникають й успішно розвиваються нові напрями: біохімія, біофізика, біокібернетика, біоніка, математична біологія, біоінформатика.

Сучасна біологія активно освоює і гуманітарну сферу, досліджуючи біологічні джерела таких явищ, як культура, мистецтво, влада, агресивність, альтруїзм, управління, лідерство, любов. Розвиваються такі науки, як етологія людини, соціобіологія, еволюційна психологія та інші.

Зв'язок біології з природничими й гуманітарними науками не випадковий. Один із найвидатніших учених XX століття, лауреат Нобелівської премії Макс Планк сказав про це так: «Поділ науки на окремі галузі обумовлений не стільки природою речей, скільки обмеженою здатністю людського пізнання. Насправді існує безперервний ланцюг від фізики й хімії, через біологію й антропологію до соціальних наук, ланцюг, що в жодному місці не може бути розірваний, хіба лише зі сваволі».

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати роботу з текстом підручника або роботу в групах, які наводять свої приклади класифікації біологічних наук та їхніх взаємозв'язків з іншими науками.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Основні проблеми пов'язані з нерозумінням того, що є критеріями класифікації біологічних наук. Спочатку слід обговорити принцип вибору критерію для класифікації, а вже потім використовувати ці критерії.

► Орієнтовний текст конспекту учня

У конспекті учня має бути зазначено те, що історичний шлях розвитку біології мав своїм наслідком формування системи біологічних наук і що всі біологічні науки пов'язані між собою й утворюють єдину систему знань про живу природу.

Сучасна біологія сформувалася у результаті тисячолітнього розвитку наукової думки — це багатогранна наука, що включає різноманітні напрями й галузі знань. Вона є фундаментом для розвитку інших галузей знань, відіграє важливу роль у промисловості, сільському господарстві та медицині.

У конспекті може бути також подана конкретна система класифікації, яку учні запропонували на уроці.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом. Робота з підручником

Під час узагальнення і систематизації знань слід повторити основні біологічні науки, використовуючи роботу із зошитом і текстом підручника.

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки, як правило, пов'язані з недостатнім запасом знань про різноманітність біологічних наук. Для їхнього запобігання слід використовувати на уроці якнайбільше назв біологічних наук.

► Запитання для повторення та обговорення

- Які біологічні науки ви знаєте?
- Чому біологія тісно пов'язана з природничими науками?
- Чому біологія тісно пов'язана з гуманітарними науками?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота може бути побудована на складанні тестів у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком, у якому потрібно встановити відповідність між назвою науки та предметом, який вона вивчає.

Зразок

Установіть відповідність між назвою науки та предметом, який вона вивчає.

- | | |
|----------------|------------|
| 1. Гістологія | А. Тканини |
| 2. Орнітологія | Б. Птахи |
| 3. Бріологія | В. Гриби |
| 4. Мікологія | Г. Мохи |
| | Д. Риби |

Відповідь: 1 — А, 2 — Б, 3 — Г, 4 — В.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Видатні вчені-біологи світу, їхній внесок у розвиток біологічної науки.

Мета уроку: розповісти учням про видатних учених-біологів світу, їхній внесок у розвиток біологічної науки.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати внесок видатних учених-біологів світу в розвиток біологічної науки.

Базові поняття і терміни: наука, відкриття, видатні вчені.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Видатні відкриття.	
2. Видатні вчені-біологи світу.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Яке наукове відкриття ви могли б назвати видатним?

Обговорюючи це запитання, можна знову згадати про критерії, за якими ми могли б віднести те чи інше наукове відкриття до видатних.

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Видатні відкриття.

Обговоривши критерії, за якими ми могли б віднести те чи інше наукове відкриття до видатних, учитель може розповісти про якісь видатні біологічні відкриття за власним вибором. Це може бути, наприклад, відкриття структури ДНК, генетичного коду, матричного синтезу.

2. Видатні вчені-біологи світу.

Учитель на власний розсуд може вибрати видатних учених світу. Їхній список може бути невеликий. Можна рекомендувати таких дослідників, як Роберт Гук (1635–1703), Марчелло Мальпігі (1628–1694), Ян Сваммердам (1637–1680), Антоні ван Левенгук (1632–1723), Карл Лінней (1707–1778), Жан-Батист Ламарк (1744–1829).

Із біологів XIX століття — Чарльз Дарвін (1809–1882) і Грегор Мендель (1822–1884), XX століття — Володимир Вернадський, Іван Павлов, Микола Вавилов, Сергій Четвериков, Олексій Северцов, Роберт Фішер, Микола Тимофєєв-Ресовський, Джеймс Вотсон, Френсіс Крік.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати роботу з текстом підручника або роботу в групах, які готують повідомлення про тих видатних біологів, яких вони вибрали самі.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями

Особливих проблем з розумінням матеріалу не виникає. Іноді важко пояснити, в чому полягає важливість того чи іншого відкриття, оскільки для такого розуміння потрібні знання, яких у десятикласників ще немає.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект може містити список учених та коротку інформацію про їхні відкриття.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом. Робота з підручником

Під час узагальнення і систематизації знань слід звернути увагу на імена видатних біологів, обговорити їхній науковий подвиг, відзначити важливість їхніх наукових відкриттів, використовуючи роботу із зошитом і текстом підручника.

► Запитання для повторення та обговорення

- Що ви знаєте про внесок світових біологів у розвиток цієї науки?
- Наведіть приклади практичного застосування біологічних знань.

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота може бути побудована на складанні тестів у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання. За зразком, у якому слід установити відповідність між іменами вчених та їхніми відкриттями.

Зразок

Установити відповідність між іменами вчених та їхніми відкриттями.

- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| 1. Д. Івановський | А. Створення клітинної теорії |
| 2. Т. Шванн, М. Шлейден | Б. Створення хромосомної теорії |
| 3. Ч. Дарвін | В. Відкриття структури ДНК |
| 4. Дж. Вотсон, Ф. Крік | Г. Створення еволюційної теорії |
| | Д. Відкриття вірусів |

Відповідь: 1 — Д, 2 — А, 3 — Г, 4 — В.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підготувати відповідь на запитання «Що ви знаєте про вчених-біологів України? Які відкриття вони зробили?»

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 5

Тема уроку: Видатні вчені-біологи України, їхній внесок у розвиток біологічної науки.

Мета уроку: розповісти про видатних учених-біологів України, їхній внесок у розвиток біологічної науки.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати внесок видатних учених-біологів України в розвиток біологічної науки.

Базові поняття і терміни: наука, наукові відкриття, видатні вчені.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
Видатні вчені-біологи України.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про вчених-біологів України? Які відкриття вони зробили?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

Серед всесвітньовідомих учених-біологів багато наших співвітчизників, наприклад перший президент Академії наук УРСР, основоположник учіння про біосферу академік Володимир Іванович Вернадський (1863–1945), основоположник імунології та мікробіології, лауреат Нобелівської премії Ілля Ілліч Мечников (1845–1916), найвідоміший еволюціоніст академік Іван Іванович Шмальгаузен (1884–1963).

У всіх підручниках ботаніки описане подвійне запліднення у покритонасінних рослин, що його відкрив цитолог та ембріолог рослин Сергій Гаврилович Навашин (1857–1930), який працював у Київському університеті. У Харківському університеті працював відомий біохімік, автор робіт з біохімії білків, вікової та порівняльної біохімії Іван Миколайович Буланкін (1901–1960), фізіолог і біохімік, засновник школи вікової фізіології Олександр Васильович Нагорний (1887–1953).

Великий внесок у розвиток еволюційного вчення зробив Олександр Онупрійович Ковалевський (1840–1901), автор робіт, присвячених порівняльній ембріології та фізіології безхребетних тварин.

Видатний хірург Микола Іванович Пирогов (1810–1881) заклав основи топографічної анатомії та оперативної хірургії, знаменитий мікробіолог й епідеміолог Микола Федорович Гамалія (1859–1949) відкрив в Одесі в 1886 році першу в Росії бактеріологічну станцію, академік Олександр Олександрович Богомолец (1881–1946) заснував вітчизняну школу патофізіологів, мікробіолог й епідеміолог Данило Кирилович Заболотний (1866–1929) заснував українську мікробіологічну школу, з'ясував шляхи поширення холери, розробив ефективну діагностику цього захворювання.

Відомі такі біологи, як ботанік, біохімік і фізіолог рослин Володимир Іванович Палладін (1859–1922) та біохімік, засновник вітчизняної біохімічної школи, основні наукові праці якого присвячені біохімії нервової системи, біохімії м'язової діяльності й біохімії вітамінів, Олександр Володимирович Палладін (1885–1972).

Світове визнання здобули селекціонери Лев Платонович Симиренко (1855–1920), який займався селекцією та акліматизацією плодівих рослин, Михайло Федорович Іванов (1871–1935), роботи якого присвячені племінній справі, селекції й акліматизації тварин, Василь Якович Юр'єв (1879–1962), який присвятив своє життя селекції зернових культур.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати роботу з текстом підручника або роботу в групах, які готують повідомлення про тих видатних українських біологів, яких вони вибрали самі.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект може містити список видатних учених України й коротку інформацію про їхні відкриття.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Робота із зошитом. Робота з підручником*

Під час узагальнення і систематизації знань слід звернути увагу на імена видатних біологів України, обговорити їхній науковий подвиг, відзначити важливість їхніх наукових відкриттів, використовуючи роботу із зошитом і текстом підручника.

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Що ви знаєте про внесок вітчизняних біологів у розвиток ботаніки?
- Що ви знаєте про внесок вітчизняних біологів у розвиток фізіології?
- Що ви знаєте про внесок вітчизняних біологів у розвиток біохімії?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота може бути побудована на складанні тестів у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком, у якому потрібно встановити відповідність між іменами вчених України та їхніми відкриттями.

Зразок	
Установіть відповідність між іменами вчених України та їхніми відкриттями.	
1. Володимир Іванович Вернадський	А. Основоположник топографічної ана- томії та оперативної хірургії
2. Сергій Гаврилович Навашин	Б. Відкриття подвійного запліднення в покритонасінних рослин
3. Микола Іванович Пирогов	В. Основоположник учення про біосферу
4. Володимир Іванович Палладін	Г. Засновник вітчизняної біохімічної школи
	Д. Засновник школи вікової фізіології

Відповідь: 1 — В, 2 — Б, 3 — А, 4 — Г.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Історичний нарис розвитку біології.

Мета уроку: дати короткий історичний нарис розвитку біології.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати розвиток біології.

Базові поняття і терміни: розвиток біології.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
<i>Історичний нарис розвитку біології.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► *Обговорення запитання*

Що ви знаєте про розвиток біології? У чому особливості розвитку цієї науки?

Вивчення нового матеріалу

► *Розповідь учителя з елементами бесіди*

Людство в процесі свого розвитку завжди виявляло цікавість до живої природи, оскільки знання про живі організми були життєво необхідні людині. Рослини й тварини були джерелом їжі, їх використовували в промисловому виробництві, медицині, побуті. Невидимий світ мікроорганізмів різнобічно впливав на людину, приховував у собі як небезпеку для її життя й здоров'я, так і можливості для вдосконалення виробництва продуктів харчування, ліків, інших необхідних речей. Життя людства неможливе без знань про живу природу, які одержує біологія.

Біологія — це наука про життя та його закономірності. Термін «біологія» запропонували в 1802 році Ж.-Б. Ламарк і Г. Р. Тревіранус незалежно один від одного. Біологія вивчає величезне різноманіття живих сис-

тем, вимерлих істот та істот, що населяють Землю сьогодні, їхню будову й функції, походження, поширення і розвиток, зв'язки одне з одним та з неживою природою.

Незважаючи на те, що сама біологія оформилася як наука в XIX столітті, біологічні дисципліни зародилися раніше у філософії, природничій історії та медицині. Сучасна біологія сягає своїм корінням у далеку давнину й бере початок у країнах Середземномор'я (Стародавній Єгипет, Стародавня Греція).

Батьком зоології є грецький філософ Арістотель (384–322 рр. до н. е.). Цей видатний основоположник багатьох наук уперше спробував упорядкувати знання про природу, виділивши основні її «щаблі» — неорганічний світ, рослин, тварин, людину.

Батьком ботаніки вважають філософа Теофраста (бл. 370 — 286 рр. до н. е.) — учня Арістотеля, який написав «Природну історію рослин».

Поява науки анатомії пов'язана з класичною працею давньоримського лікаря Галена (131–200 рр. н. е.) «Про призначення частин людського тіла», у якій уперше поданий анатомо-фізіологічний опис людини. Пізніше Андреас Везалій (1514–1564) дав науковий опис будови органів і систем людини, а Вільям Гарвей (1578–1657) дослідив велике та мале кола кровообігу.

Винахід на початку XVII століття мікроскопа дав можливість вивчати мікроорганізми, їхню будову й функції. Роберт Гук (1635–1703), Марчелло Мальпігі (1628–1694), Ян Сваммердам (1637–1680) і Антоні ван Левенгук (1632–1723) поклали початок вивченню клітин і тканин. Левенгук уперше побачив під мікроскопом бактерії та одноклітинні тварини.

Одним із головних досягнень XVIII століття стало створення Карлом Ліннеєм системи класифікації тварин і рослин, а також запровадження дуже зручної бінарної номенклатури для позначення видів.

На початку XIX століття Жан-Батист Ламарк (1744–1829) у книзі «Філософія зоології» уперше сформулював думку про еволюцію органічного світу та рушійні сили еволюції. Саме Ламарк виокремив біологію як самостійну науку, що має свій предмет і методи його вивчення, а також запровадив в активний науковий ужиток термін «біологія».

У XIX столітті з'являється перше велике теоретичне узагальнення в біології — клітинна теорія. Її створили Маттіас Шлейден і Теодор Шванн у 1838–1839 роках, а доповнив Рудольф Вірхов у 1855 році. Світ дізнався про те, що саме клітина є структурною і функціональною одиницею живого.

XIX століття позначене ще двома важливими для розвитку біології подіями. Чарльз Дарвін (1809–1882), англійський натураліст і мандрівник, створює теорію еволюції, у якій відкриває основні рушійні сили еволюції — природний добір і спадкову мінливість. Австрійський священик і ботанік Грегор Мендель (1822–1884) вивчає закономірності спадковості й закладає основи генетики.

Закони Менделя відкрили заново на початку XX століття німецький ботанік Карл Корренс, австрійський ботанік Еріх Чермак і голландський учений Гуго де Фріз. Генетика, що народилася на зламі століть, стала однією з найважливіших біологічних наук, теоретичною основою селекції.

Подальший розвиток еволюційного вчення пов'язаний з досягненнями популяційної генетики та інших нових біологічних наук, які з'явилися у XX столітті. Праці Миколи Івановича Вавилова, Сергія Сергійовича Четверикова, Олексія Миколайовича Северцова, Роберта Фішера, Феодосія Добжанського, Миколи Володимировича Тимофєєва-Ресовського, Івана Івановича Шмальгаузена були вагомим внеском у біологію XX століття і стали підґрунтям розуміння фундаментальних властивостей живого.

Епохальними для XX століття стали: відкриття будови молекули ДНК Джеймсом Вотсоном, Френсісом Кріком і Морісом Вілкінсом у 1953 році, відкриття матричного синтезу білків і нуклеїнових кислот, розшифровка генетичного коду. Ці відкриття мали важливе практичне значення і спричинили появу таких наукових напрямів, як біотехнологія та генна інженерія.

Важливими стали й екологічні дослідження XX століття, у результаті яких були сформульовані такі поняття, як біогеоценоз (В. М. Сукачов), екосистема (А. Тенслі) та біосфера (В. І. Вернадський).

Історичний шлях розвитку біології мав своїм наслідком формування цілої системи різноманітних біологічних наук. Сучасна біологія — це багатогранна наука, що включає різноманітні напрями й галузі знань. Вона є фундаментом для розвитку інших галузей знань, особливо медицини та сільського господарства.

► **Робота в групах. Робота з підручником**

Під час вивчення нового матеріалу слід звернути увагу на основні віхи розвитку біології, використовуючи роботу в групах і роботу з підручником.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект може містити короткий перелік основних відкриттів біології.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Робота із зошитом. Робота з підручником**

Під час узагальнення і систематизації знань слід повторити основні етапи розвитку біології, використовуючи роботу із зошитом і підручником.

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Які філософи зробили вагомий внесок у розвиток біології?
- Які великі теоретичні узагальнення були зроблені в біології у XIX столітті?
- Які відкриття в біології стали епохальними для XX століття?

Самостійна робота учнів

Самостійна робота учнів може бути організована в рамках більш докладного знайомства з тими чи іншими етапами розвитку біологічної науки на вибір самих учнів або вчителя.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Основні напрями сучасних біологічних досліджень. Ресурсна, пізнавальна та естетична цінність живої природи.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про основні напрями сучасних біологічних досліджень, ресурсну, пізнавальну та естетичну цінність живої природи.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати основні напрями сучасних біологічних досліджень, ресурсну, пізнавальну та естетичну цінність живої природи.

Базові поняття і терміни: основні напрями сучасних біологічних досліджень, ресурсна, пізнавальна й естетична цінність живої природи.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Ресурсна, пізнавальна й естетична цінність живої природи.	
2. Основні напрями сучасних біологічних досліджень.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Як ви думаєте, чи має природа естетичну цінність?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Ресурсна, пізнавальна й естетична цінність живої природи.

Природа має ресурсну, пізнавальну й естетичну цінність. Природа постачає біологічну продукцію — продуктів харчування та різноманітної

сировини для багатьох галузей економіки. Природа є джерелом накопиченої у результаті тривалої еволюції інформації (включно з генетичною), що дає унікальні можливості використання біологічного різноманіття у майбутньому. Жива природа благотворно впливає на розвиток культури й світогляду людей, формування комфортного для людини навколишнього середовища. Саме жива природа створює оптимальні умови для життя людей на Землі, це підсистема біосфери, без якої вона не може існувати. Жива природа красива, вона дає можливість людині насолоджуватися її спогляданням.

2. Основні напрями сучасних біологічних досліджень.

У сучасній біології з'явилися нові стратегічні напрями розвитку дослідницької діяльності, а саме: проектування, конструювання біоб'єктів, керування живими системами, прогнозування. Це відбулося у таких напрямках, як генна інженерія, клітинна інженерія, біотехнологія.

Основними напрямками сучасних біологічних досліджень є вивчення організації та функціонування біологічних систем різного рівня, вивчення еволюції живої природи.

На основі генної інженерії постали два великі практичні напрями. Один — сучасна біотехнологія. Генно-інженерна продукція завойовує світ, тому що вона безпечна з погляду екології. Другий напрям — генна терапія. Передбачається, що найближчими роками істотну частину серцево-судинних, онкологічних та спадкових захворювань можна буде лікувати за допомогою генної терапії.

За допомогою методів генної інженерії біологи створили організми з новими комбінаціями спадкових ознак та властивостей, наприклад рослини з підвищеною стійкістю до захворювань, засолення ґрунтів, здатністю до фіксації атмосферного азоту тощо.

Генна інженерія лежить в основі розробки принципів біотехнології, пов'язаної з виробництвом біологічно активних речовин (інсулін, антибіотики, інтерферон, нові вакцини для профілактики інфекційних захворювань людини й тварин).

Біологічні науки є теоретичною основою медицини, агрономії, тваринництва, а також усіх галузей виробництва, що пов'язані з живими організмами.

Досягнення біологічних наук широко використовуються для одержання продуктів харчування, інтродукції та акліматизації організмів, одержання необхідних речовин методами генної інженерії та біотехнології. Біологічні науки є теоретичною основою для ведення сільського, лісового й промислового господарств. Завдяки знанню законів спадковості й мінливості можна створювати високопродуктивні сорти культурних рослин і породи свійських тварин. Біологічні знання допомагають у боротьбі зі шкідниками й хворобами культурних рослин, паразитами тварин. Вони

відіграють важливу роль в удосконаленні лісового й рибного господарства, звірівництва.

Досягнення сучасної біології знайшли практичне застосування у промисловому біологічному синтезі амінокислот, кормових білків, ферментів, вітамінів, стимуляторів росту та засобів захисту рослин, інших потрібних речовин.

Розв'язання таких важливих проблем сучасності, як охорона навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів і підвищення продуктивності рослинного світу, можливі тільки на основі використання нових напрямів біологічних досліджень.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу слід звернути увагу на ресурсну, пізнавальну та естетичну цінність живої природи, роботу в групах з текстом підручника.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект повинен включати положення про те, що природа має ресурсну, пізнавальну та естетичну цінність. У ньому можна також подати схему, що відображає основні напрями розвитку біологічної науки.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Робота із зошитом. Робота з підручником*

Під час узагальнення і систематизації знань слід виділити основні напрями сучасних біологічних досліджень, спираючись на роботу із зошитом і текстом підручника.

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Доведіть, що природа має пізнавальну цінність.
- Доведіть, що природа має ресурсну цінність.
- Які напрями сучасних біологічних досліджень цікавлять вас найбільше?

Самостійна робота учнів

Самостійна робота учнів може бути організована в рамках більш докладного знайомства з тими чи іншими напрямками розвитку біологічної науки на вибір самих учнів або вчителя.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 8

Тема уроку: Біологія як засіб вивчення живої природи і впливу на неї. Значення біології для формування сучасної природничонаукової картини світу.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про біологію як засіб вивчення живої природи і впливу на неї, показати значення біології для формування сучасної природничонаукової картини світу.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати біологію як засіб вивчення живої природи і впливу на неї, значення біології для формування сучасної природничонаукової картини світу.

Базові поняття і терміни: біологія, природничонаукова картина світу.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Біологія як засіб вивчення живої природи і впливу на неї.	
2. Значення біології для формування сучасної природничонаукової картини світу.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	18 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► *Обговорення запитання*

Яке значення має біологія для розуміння навколишнього світу?

Обговорюючи це запитання, учитель підводить учнів до розуміння того, що навколишній світ складається з безлічі живих систем, тож вивчення загальної картини світу неможливе без вивчення живої природи.

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Біологія як засіб вивчення живої природи і впливу на неї.

Комплекс біологічних наук вивчає світ живого, закономірності живих систем. На перших етапах розвитку біології метою дослідження був організм, відповідно предмет біологічної науки описували на організмічному рівні. Виникнення уявлень про вид розширило розуміння предмета біології. Вид і популяція постали як цілісні біологічні об'єкти, що мають свої власні закономірності побудови, функціонування та розвитку. Формування понять про біоценози, екосистеми, біосферу ще більше розширило предмет біологічної науки до надорганізменого рівня. Біологія перейшла до біосферного й популяційного мислення.

Предмет біології охоплює усі рівні організації життя — організмений, надорганізмений (популяційно-видовий, екосистемний) і суборганізмений (молекулярний, клітинний).

Сучасна біологія є засобом вивчення всіх рівнів живої природи.

2. Значення біології для формування сучасної природничонаукової картини світу.

Поняття «картина світу» є одним з фундаментальних понять філософії та природознавства й виражає загальні наукові уявлення про навколишню дійсність у їхній цілісності.

Поняття «картина світу» відображає світ у цілому як єдину систему.

В основі побудови наукової картини світу лежить принцип єдності природи й принцип єдності знання.

Біологія відіграє важливу роль у формуванні наукової картини світу. Наукова картина світу відображає світ у вигляді цілісної системи знань про живу й неживу природу, світ соціальних відносин.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу слід звернути увагу на значення біології для формування сучасної природничонаукової картини світу.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Тема уроку є в значній мірі філософською і дуже широкою. Для десятикласників обговорення таких загальнофілософських проблем є проблематичним. Тому слід докладніше поговорити про те, що являє собою наукова картина світу, у чому особливості її формування.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Сучасна біологія є засобом вивчення всіх рівнів живої природи.

Біологія відіграє важливу роль у формуванні наукової картини світу.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом. Робота з підручником

Під час узагальнення і систематизації знань слід обговорити роль біології як засобу вивчення всіх рівнів живої природи.

► Запитання для повторення та обговорення

- Доведіть, що біологія є засобом вивчення живої природи і впливу на неї.
- У чому полягає значення біології для формування сучасної природничонаукової картини світу?

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Після вивчення цієї теми програмою передбачена екскурсія до наукової лабораторії для ознайомлення з приладами, які використовують у біологічних дослідженнях.

Тема 2. Системна організація живої природи (8 годин)

Вивчаючи цю тему, учні дізнаються:

- про властивості біосистем;
- рівні організації живої природи;
- загальні ознаки живих систем.

Вивчаючи цю тему, учні навчаться:

- спостерігати й описувати окремі властивості біосистем;
- характеризувати властивості й функції біосистем різних рівнів життя;
- порівнювати біосистеми різних рівнів організації життя;
- обґрунтовувати особливості біологічних об'єктів як ієрархічних систем.

УРОК № 9

Тема уроку: Рівні організації живої природи, їхні розміри, час існування, складові частини та зв'язки між ними.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про рівні організації живої природи.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати рівні організації живої природи.

Базові поняття і терміни: система, багаторівнева система, рівні організації живої природи.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. <i>Жива природа як багаторівнева система.</i>	
2. <i>Рівні організації живої природи, їхні розміри, час існування, складові частини та зв'язки між ними.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чи є знання про молекулярний склад живого організму суто хімічною інформацією?

Обговорюючи запитання, школярі доходять висновку про те, що живі об'єкти можна вивчати на різних рівнях їхньої організації.

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. *Жива природа як багаторівнева система.*

Уся жива природа побудована за ієрархічним принципом. Їй притаманні різні рівні організації структур, між якими існує складна підпорядкованість. Життя на кожному рівні його організації вивчають відповідні галузі біології.

На молекулярному рівні проходить межа між живим і неживим. Молекулярний рівень живого вивчають такі науки, як біохімія, молекулярна біологія, молекулярна генетика, ензимологія тощо. Предметом дослідження цих наук є структурно-функціональні особливості молекул нуклеїнових кислот, білків, вуглеводів, ліпідів та інших біологічних молекул. На цьому рівні відбуваються основні процеси життєдіяльності, такі як обмін речовин, живлення, дихання, подразливість.

Клітинний рівень організації живого вивчають такі науки, як цитологія, цитофізіологія, цитогенетика. Предметом цих наук є вивчення

структурно-функціональної організації клітин, що виступають як у ролі самостійних організмів (наприклад, бактерії, одноклітинні тварини й рослини), так і тих, що входять до складу багатоклітинних організмів.

Клітини, що мають спільне походження та виконують подібні функції, утворюють тканини. Тканинний рівень організації живого вивчає наука гістологія. Предметом гістології є вивчення структурно-функціональної організації різних типів тканин. Оскільки тканини утворюють органи, то часто кажуть про органо-тканинний рівень організації живого, що характерний тільки для багатоклітинних організмів.

Організменний рівень організації живого — це рівень цілісного організму. Його вивчає безліч біологічних наук, наприклад анатомія, фізіологія, ембріологія, біологія розвитку тощо.

Організми утворюють біологічні системи надорганізованого рівня — популяції та види, тому виділяють популяційно-видовий рівень організації живого. Цей рівень вивчають такі науки, як систематика, популяційна генетика, популяційна екологія, еволюційна біологія тощо. Предметом вивчення цих наук є генетичні, екологічні й еволюційні характеристики популяцій і видів.

Існують системи надорганізованого рівня більш складні, ніж вид. Так, історично сформовану сукупність рослин, тварин, мікроорганізмів, які населяють ділянку суходолу або водойми (біотоп) і характеризуються певними стосунками як між собою, так і з абіотичними факторами навколишнього середовища, називають біоценозом. Виділяють біоценотичний рівень організації живого, який вивчає наука біоценологія.

Біогеоценотичний рівень організації живого ще складніший. Біогеоценоз — це сукупність організмів різних видів і різної складності організації з усіма факторами конкретного середовища їхнього проживання — компонентами атмосфери, гідросфери й літосфери. Він включає неорганічні й органічні речовини, автотрофні й гетеротрофні організми. Біогеоценологія є наукою, що вивчає структуру й основні функції біогеоценозу — акумуляцію та перерозподіл енергії.

Біосферний рівень організації живого — це найвищий рівень організації життя на нашій планеті. Біосфера — це геологічна оболонка Землі, що заселена живими організмами, перебуває під їхнім впливом і зайнята продуктами їхньої життєдіяльності, глобальна екосистема Землі. Наука, яка вивчає виникнення, еволюцію, структуру й механізми функціонування біосфери, називається біосферологія. У її основі лежить учення В. І. Вернадського про біосферу.

Однак не можна забувати про те, що природа не знає про наш поділ на науки, вона єдина, і рівні організації живого тісно пов'язані між собою.

2. *Рівні організації живої природи, їхні розміри, час існування, складові частини та зв'язки між ними.*

Біологічні системи, як правило, добре структуровані, функціонально спеціалізовані, географічно або екологічно ізольовані та являють собою складні багаторівневі ієрархії.

Жива матерія являє собою ієрархію взаємозалежних і взаємопідпорядкованих рівнів організації. Це означає, що будь-яку систему можна розглядати як елемент більш високого рівня організації та, навпаки, елемент представляє собою систему для більш низьких рівнів організації. Інакше кажучи, кожний рівень є одночасно і системою, і елементом. Наприклад, людина як організм є системою, що складається з елементів-органів, і водночас вона сама є елементом — членом певної популяції людей.

Живі системи мають низку важливих властивостей.

По-перше, вони є відкритими системами й для них характерний обмін речовин.

По-друге, живі системи стійкі. Будь-яка жива система має здатність протистояти впливу зовнішнього середовища, використовуючи одержувану ззовні енергію. Живим системам властива адаптація, тобто пристосованість до умов навколишнього середовища. Їм притаманний гомеостаз — здатність підтримувати сталість свого внутрішнього середовища.

По-третє, живі системи можуть змінюватися у ході індивідуального й історичного розвитку, еволюціонувати.

Утім властивості живих систем цим не вичерпуються. Так, живим організмам притаманні спадковість, мінливість, подразливість, циклічність та інші важливі фундаментальні властивості.

Біологічні системи більш низького рангу, наприклад клітини, попри те, що підпорядковані системам більш високого рангу (організму), мають певну самостійність, оскільки пов'язані з навколишнім середовищем обміном речовин, енергії та інформації.

Особливість біологічних об'єктів як ієрархічних систем зумовила виділення основних рівнів організації живої природи: клітинного, організмного, популяційно-видового, біоценотичного, екосистемного й біосферного. Від рівня до рівня спостерігається ускладнення біологічних систем і поява в них нових властивостей та якостей.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати роботу з текстом підручника або роботу в групах, які обговорюють особливості багаторівневої організації природи.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Головною проблемою у цій темі є формування в учнів поняття «система». Слід окремо поговорити про це поняття, пояснюючи, що система — це сукупність елементів, які пов'язані певними стосунками й взаємодіють за певними законами композиції. Уся сукупність структурних і функціональних стосунків та взаємодій становить організацію системи. Організація системи, як правило, ієрархічна, тобто має кілька підпорядкованих рівнів. Живі об'єкти — це типові системи, що мають структурну й функціональну впорядкованість, тобто певну організацію та ієрархію.

Сукупність і взаємодія частин створює у цілому (системі) деякі нові якості, яких не мають вихідні частини. Такі нові якості, властивості називають емерджентними властивостями системи (у буквальному сенсі — ті, що з'являються несподівано, непередбачені властивості). У випадку з біологічними системами ці нові якості являють собою різні прояви життя. Саме життя — це емерджентна, якісно нова властивість, що з'являється на певному рівні системної організації.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити визначення системи й перелік основних рівнів організації живого.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Робота із зошитом. Робота з підручником*

Під час узагальнення й систематизації знань слід обговорити властивості живих систем, особливо їхню ієрархічність. Робота із зошитом і підручником може бути побудована як на основі виконання завдань, так і на основі обговорення тексту.

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань, пов'язані з недостатнім знанням характеристик рівнів організації живого.

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Що таке система?
- У чому особливості живих систем?
- Що таке ієрархія?
- Наведіть приклади ієрархічності живих систем.

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестів у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Поняття генетичного коду було сформульоване:

- А) на біосферному рівні організації живого;
- Б) молекулярному;
- В) клітинному;
- Г) організмному.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Поняття «життя». Сучасний структурно-функціональний підхід до розкриття сутності життя.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про сутність життя.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати сутність життя.

Базові поняття і терміни: життя, сутність життя.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Поняття життя.	
2. Сучасний структурно-функціональний підхід до розкриття сутності життя.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Як відрізнити живе від неживого? Які критерії ви можете запропонувати для виявлення відмінностей?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Поняття «життя».

Життя настільки різноманітне й багатогранне, що дати однозначне й вичерпне визначення цього явища природи дуже складно.

Існує безліч визначень життя, які були запропоновані різними вченими в різний час. Наприклад, Арістотель визначав життя як «живлення, ріст і старіння», Тревіранус вважав, що життя — це «стійка одноманітність процесів при відмінності зовнішніх впливів», академік І. П. Павлов

визначав його як «складний хімічний процес», тимчасом як академік О. І. Опарін — як «особливу, дуже складну форму руху матерії».

Класичне визначення життя дав у XIX столітті Фрідріх Енгельс: «Життя — це спосіб існування білкових тіл, істотним моментом якого є постійний обмін речовин з навколишньою зовнішньою природою, причому з припиненням цього обміну речовин припиняється й життя, що призводить до розкладу білка». В іншому формулюванні, даному вже у XX столітті, це визначення звучить так: «Життя — це спосіб існування білкових тіл і нуклеїнових кислот, істотним моментом якого є постійний обмін речовин з навколишнім середовищем, причому з припиненням цього обміну припиняється й життя».

2. Сучасний структурно-функціональний підхід до розкриття сутності життя.

У найзагальнішому сенсі життя визначають як активне — таке, що відбувається з витратою отриманої ззовні енергії, — підтримання і самовідтворення специфічної структури. Із цього визначення випливає необхідність постійного зв'язку організму з навколишнім середовищем, обміну речовиною та енергією між ними.

Визначення життя як процесу обміну речовин у сучасній біології доповнюють організаційним, інформаційним та еволюційним трактуванням.

Організаційне трактування говорить про те, що для життя характерні певні структури й що воно припиняється з руйнуванням цих структур.

Інформаційне трактування говорить про те, що структури, необхідні для життя, створюються на основі інформації, яка міститься у генетичних програмах.

Еволюційне трактування говорить про те, що в процесі реалізації інформації відбувається еволюційний розвиток живого.

Отже, життя — це особливий спосіб існування організмів, істотними рисами якого є обмін речовин з навколишнім середовищем і відтворення собі подібних. Живі системи здатні до впорядкування, до створення порядку з хаосу, а також до еволюції з виникненням нових властивостей та якостей. Уся жива речовина Землі, тобто біосфера, спричинила цюнайглибші зміни в розвитку нашої планети.

► Робота в групах. Робота з підручником

Вивчення нового матеріалу може бути побудоване не тільки на розповіді вчителя, але й на роботі з текстом підручника, роботі в групах, які обговорюють ті чи інші запитання. Наприклад, «Чому поняття “життя” так важко сформулювати?».

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Проблема визначення поняття «життя» у широкому сенсі є філософською, і з цим пов'язані основні труднощі при вивченні даної теми. Слід пояснити, що життя — це одна з форм існування матерії, якісно більш висока за фізичну й хімічну форми існування матерії. Вона характеризується низ-

кою особливостей, які відрізняють живе від неживого. Будь-яке визначення життя обов'язково містить опис цих особливостей. Саме про них потрібно знати для того, щоб дати найбільш повне визначення поняття «життя».

► Орієнтовний текст конспекту учня

Життя — це особливий спосіб існування організмів, істотними рисами якого є обмін речовин з навколишнім середовищем та відтворення собі подібних.

Узагальнення, систематизація й контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Як ви думаєте, чим біологічні системи відрізняються від об'єктів неживої природи?
- Спробуйте дати власне визначення поняття «життя». Чому важко сформулювати це визначення?
- Запропонуйте критерії, за якими можна відрізнити живі системи від об'єктів неживої природи.

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестів у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Живе відрізняється від неживого:

- А) тільки здатністю до самовідтворення;
- Б) тільки спадковістю;
- В) сукупністю ознак;
- Г) тільки ростом і розвитком.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 11

Тема уроку: Основні ознаки і властивості живого.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про основні ознаки і властивості живого.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати основні ознаки життя.

Базові поняття і терміни: ознаки життя.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
<i>Основні ознаки і властивості живого.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення проблемної ситуації

Чи можна вважати живим пенёк спиленого дерева?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

Живим системам притаманні ознаки, які відсутні в більшості неживих систем. Однак серед цих ознак немає жодної, яка була б властива тільки живому. Можливий спосіб описати життя — це перелічити основні властивості живих систем.

Життя — це особливий стан матерії, що досягається за рахунок таких властивостей.

1. Живі системи є відкритими системами стосовно навколишнього середовища, тобто їм властивий особливий спосіб взаємодії з навколишнім середовищем — обмін речовин та енергії. Основу обміну речовин становлять взаємозалежні й збалансовані процеси асиміляції (тобто процеси біосинтезу речовин в організмі, для яких потрібна енергія) і дисиміляції (тобто процеси розпаду речовин, що протікають із виділенням енергії, необхідної для реакцій біосинтезу).
2. Для живих організмів характерна єдність хімічного складу. У складі живих організмів містяться ті самі хімічні елементи, що й у об'єктах неживої природи. Однак співвідношення елементів у живому й неживому неоднакове: у живих організмах 98 % хімічного складу припадає на чотири елементи: Карбон, Оксиген, Нітроген і Гідроген.
3. Єдиний принцип структурної організації. Елементарною структурно-функціональною одиницею живого є клітина. Поза клітиною життя немає.

4. Для живих систем характерні складність і високий ступінь їхньої організації. Будь-яка складова частина організму має спеціальне призначення й виконує певні функції. Це стосується не тільки органів, але й органел і молекул.
5. Життя адаптивне. Живі організми добре пристосовані до умов навколишнього середовища й відповідають своєму способу життя. Особливості будови, функцій та поведінки певного організму, що відповідають його способу життя, називаються адаптаціями (пристосуваннями).
6. Існування кожної окремо взятої біологічної системи обмежене в часі, тому підтримання життя пов'язане із самовідтворенням, тобто розмноженням. Розмноження живих організмів пов'язане з такими фундаментальними властивостями живого, як спадковість і мінливість.
7. Спадковість полягає в здатності організмів передавати свої ознаки, властивості й особливості розвитку з покоління в покоління. Вона обумовлена відносною сталістю будови молекул ДНК. Спадковість забезпечує стабільність і сталість ознак і є консервативною силою, що дозволяє організмам самозберігатися.
8. Мінливість — це здатність організмів набувати нових ознак і властивостей, існувати в різних формах та варіаціях. В основі спадкової мінливості лежать зміни спадкових молекул — молекул ДНК. Наслідком мінливості є різноманітність живих організмів, що, у свою чергу, спричинює появу нових форм життя.
9. Для всіх живих організмів характерні процеси росту й розвитку. Рости — це означає збільшуватися у розмірах та масі зі збереженням спільних рис будови, тимчасом як розвиток супроводжується зміною живих об'єктів, у результаті розвитку виникає їхній новий якісний стан.
10. Розвиток поділяють на індивідуальний та історичний. Упродовж індивідуального розвитку (онтогенезу) поступово й послідовно проявляються всі властивості певного організму. Історичний розвиток супроводжується утворенням нових видів і прогресивним ускладненням життя.
Для живого характерна здатність до історичного розвитку й зміни від простого до складного. Такий процес називають еволюцією. У результаті еволюції виникла вся різноманітність живих організмів, пристосованих до певних умов існування.
11. Подразливість — це невід'ємна риса, що властива всьому живому. Вона виражається у реакціях живих організмів на зовнішній вплив. Реакція багатоклітинних тварин на подразнення здійснюється за допомогою нервової системи й називається рефлексом. В організмів, які не мають нервової системи, наприклад найпростіші або рослини, рефлекси відсутні. Їхні реакції на вплив зовнішніх факторів виражаються у зміні характеру руху або росту. Відповідні реакції найпростіших одноклітинних тварин називають таксисами. Наприклад, позитивний фототаксис — рух у напрямку до світла, негативний фототаксис — рух у напрямку від світла.

Під тропізмами розуміють певний характер росту, властивий рослинам. Так, стеблу притаманний позитивний геліотропізм, оскільки воно росте в напрямку до сонця, а кореню притаманний позитивний геотропізм, оскільки його ріст здійснюється в напрямку до центру Землі. Для рослин характерні також настії — рух частин рослинного організму, наприклад листя впродовж світлового дня, що залежить від розташування сонця.

Усе це приклади подразливості.

12. Дискретність — це важлива спільна властивість матерії. Слово «дискретність» походить від латинського *discretus*, що означає переривчастий, поділений, такий, що складається з окремих частин. Життя на Землі проявляється у вигляді дискретних форм. Будь-яка біологічна система (наприклад, організм, популяція, вид, біоценоз) складається з окремих, проте взаємопов'язаних, взаємозалежних і взаємодіючих частин, що утворюють структурно-функціональну єдність.
13. Важливою властивістю живих систем є авторегуляція. Живі організми, які живуть у безупинно мінливих умовах середовища, можуть підтримувати сталість свого хімічного складу й інтенсивність фізіологічних процесів. Така здатність отримала назву гомеостазу.
14. Для живих систем характерна ритмічність. Періодичні зміни в навколишньому середовищі впливають на живу природу, формуючи власні ритми живих організмів. Ці ритми залежать від ритмічних процесів, характерних для Сонця, Землі й Місяця, тобто мають космічне походження. Ритмічність спрямована на узгодження функцій організмів з навколишнім середовищем і є невід'ємною властивістю живого.

► **Робота в групах. Робота з підручником**

Вивчення нового матеріалу може бути побудоване не тільки на розповіді вчителя, але й на роботі з текстом підручника, роботі в групах, які обговорюють ті чи інші запитання. Наприклад: «Чим ріст відрізняється від розвитку?»

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Текст конспекту має включати перелік основних властивостей живого.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Які властивості живого забезпечують наступність життя на Землі?
- Чим відрізняються та як пов'язані між собою такі властивості живого, як ріст і розвиток?
- Яке значення має така властивість живого, як подразливість?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестів у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Установіть відповідність між термінами й визначеннями.

- | | |
|------------------|--|
| 1. Спадковість | А. Підтримання сталості свого хімічного складу й інтенсивності фізіологічних процесів |
| 2. Мінливість | Б. Реакція живих організмів на зовнішній вплив |
| 3. Ріст | В. Збільшення в розмірах та масі зі збереженням спільних рис будови |
| 4. Подразливість | Г. Здатність організмів набувати нових ознак і властивостей, існувати в різних формах та варіаціях |
| | Д. Здатність організмів передавати свої ознаки |

Відповідь: 1—Д, 2—Г, 3—В, 4—Б.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 12

Тема уроку: Біологічні системи та їхні властивості.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про основні біосистеми.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати основні біосистеми.

Базові поняття і терміни: клітина, організм, популяція, вид, екосистема, біогеоценоз, біосфера.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Основні біосистеми: клітина, організм.
2. Основні біосистеми: популяція, вид, біоценоз, екосистема, біогеоценоз, біосфера.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.
Самостійна робота учнів 5 хв.
Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чим клітина відрізняється від популяції?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Основні біосистеми: клітина, організм.

На цьому уроці доцільно зробити тільки загальний огляд основних біосистем: клітин, організмів, популяцій, видів, біоценозів, екосистем, біогеоценозів, біосфери. Слід звернути увагу на визначення усіх цих термінів.

Клітина — це елементарна одиниця будови й життєдіяльності всіх живих організмів, яка характеризується власним обміном речовин, здатна до самостійного існування, самовідтворення та розвитку. Усі живі організми такі, як багатоклітинні тварини, рослини й гриби, складаються з безлічі клітин, а багато найпростіших та бактерій, є одноклітинними організмами. Розділ біології, що вивчає будову й життєдіяльність клітин, отримав назву цитології.

Організм — це живе тіло, котрому притаманна сукупність властивостей, за якими воно відрізняється від неживої матерії. Живі організми є головним предметом вивчення біології. Для зручності розгляду всі організми поділені на різні групи й категорії, що й утворює біологічну систему їхньої класифікації.

2. Основні біосистеми: популяція, вид, біоценоз, екосистема, біогеоценоз, біосфера.

Популяція — це група особин, здатна до стійкого самовідтворення (як статевого, так і безстатевого), відносно відокремлена від інших груп. Популяція — це група особин одного виду, у межах якої ймовірність схрещування у багато разів перевищує ймовірність схрещування з представниками інших подібних груп. Популяцію вважають елементарною одиницею еволюційного процесу.

Вид — це група особин зі спільними морфологічними, біохімічними та поведінковими ознаками, які (особини) здатні взаємно схрещуватися, дають у ряді поколінь плідне потомство, закономірно розповсюджені в межах певної території та подібно змінюються під впливом факторів зовнішнього середовища.

Біоценоз — це історично сформована сукупність рослин, тварин, мікроорганізмів, які населяють ділянку суходолу або водойми (біотоп) і ха-

рактизуються певними стосунками як між собою, так і з абіотичними факторами навколишнього середовища.

Екосистема — це природний комплекс, утворений живими організмами й середовищем їхнього існування, що об'єднані між собою обміном речовин та енергії. Прикладом екосистеми може бути ставок з рослинами, рибами, безхребетними тваринами, мікроорганізмами, що живуть у ньому, донними відкладами, з характерними для цього ставка змінами температури, кількістю розчиненого у воді кисню, складом води тощо, певною біологічною продуктивністю.

Біогеоценоз — це система, що поєднує співтовариство живих організмів і відповідну сукупність абіотичних факторів середовища в межах певної території та які пов'язані між собою колообігом речовин та потоком енергії. Біогеоценоз являє собою стійку саморегульовану екологічну систему, у якій органічні компоненти (тварини, рослини) нерозривно пов'язані з неорганічними (вода, ґрунт).

Біосфера — це оболонка Землі, що заселена живими організмами, перебуває під їхнім впливом і зайнята продуктами їхньої життєдіяльності. Цілісне вчення про біосферу створив російський біогеохімік і філософ В. І. Вернадський. Він уперше відвів живим організмам роль найголовнішої перетворювальної сили планети Земля, з огляду на їхню діяльність не тільки в наш час, але й у минулому.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Вивчення нового матеріалу може бути побудоване не тільки на розповіді вчителя, але й на роботі з текстом підручника, роботі в групах, які обговорюють ті чи інші запитання. Наприклад: «Чим вид відрізняється від екосистеми?».

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити визначення таких понять: клітина, організм, популяція, вид, екосистема, біогеоценоз, біосфера.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- У чому особливості клітини як біосистеми?
- Чим біоценоз відрізняється від біогеоценозу?
- Чим вид відрізняється від біоценозу?
- Яка жива система є найбільшою?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестів у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Установіть відповідність між назвами біосистем та їхнім описом.

- | | |
|----------------|---|
| 1. Біосфера | А. Група особин зі спільними морфологічними, біохімічними та поведінковими ознаками, які (особини) здатні взаємно схрещуватися |
| 2. Біогеоценоз | Б. Історично сформована сукупність рослин, тварин, мікроорганізмів, які населяють ділянку суходолу або водойми |
| 3. Біоценоз | В. Система, до якої входить співтовариство живих організмів і тісно пов'язана з ним сукупність абіотичних факторів середовища в межах певної території |
| 4. Вид | Г. Оболонка Землі, що заселена живими організмами |
| | Д. Група особин одного виду, у межах якої ймовірність схрещування в багато разів перевищує ймовірність схрещування з представниками інших подібних груп |

Відповідь: 1 — Г, 2 — В, 3 — Б, 4 — А.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 13

Тема уроку: Основні біосистеми: клітина, організм.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про клітину як біосистему.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати клітину як біологічну систему.

Базові поняття і терміни: клітина, органели, тканини, органи, фізіологічні системи.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	18 хв.
1. Структурно-функціональна організація клітини.	
2. Клітина як структурно-функціональна одиниця живого.	
3. Характеристика тканин як біологічних систем.	
4. Характеристика органів як біологічних систем.	
5. Фізіологічні системи.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	5 хв.
Самостійна робота учнів	10 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про клітини рослин і тварин? У чому їхня схожість і чим вони відрізняються?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Структурно-функціональна організація клітини.

Елементами клітини як системи є не лише молекули, але й органели, які з них складаються,— спеціалізовані частини клітини, що виконують певні функції. Органели клітини можуть бути мембранними й немембранними структурами.

Уміст будь-якої клітини відокремлений від зовнішнього середовища особливою структурою — плазматичною мембраною. Плазматична мембрана дозволяє створювати всередині клітини цілком особливе середовище, не схоже на те, що її оточує. Тому в клітині можуть протікати ті процеси, які не протікають більше ніде. Їх називають процесами життєдіяльності.

Весь уміст клітини, за винятком ядра, називають цитоплазмою. Оскільки клітина повинна виконувати безліч функцій, то в цитоплазмі є різноманітні структури, що забезпечують здійснення цих функцій. Такі структури називають органелами.

Найбільша органела клітини — ядро, що відокремлене від цитоплазми двоюмембранною оболонкою. У ядрі зберігається й переписується спадкова інформація. Ядро є центром керування життєдіяльністю клітини, який контролює роботу всіх інших органел.

У ядрі є ядерце — це місце, де утворюються інші важливі органели, що беруть участь у синтезі білка,— рибосоми. Ядерце й рибосоми — це немембранні органели.

Рибосоми формуються в ядрі, але працюють у цитоплазмі. Частина з них перебуває в цитоплазмі вільно, а частина прикріплюється до мембран, які утворюють сітку, що отримала назву ендоплазматичної.

Ендоплазматична сітка — це сітка каналців, обмежених мембранами. Існує два типи ендоплазматичної сітки: гранулярна й агранулярна. На мембранах гранулярної ендоплазматичної сітки розташовані рибосоми, тому в ній відбувається синтез і транспорт білків. Агранулярна ендоплазматична сітка — це місце синтезу й транспорту вуглеводів та ліпідів.

Для синтезу білків, вуглеводів і жирів потрібна енергія, яку виробляють енергетичні станції клітини — мітохондрії. Мітохондрії — це двоюмембранні органели, у яких відбувається процес внутрішньоклітинного дихання. На мембранах мітохондрій окиснюються харчові продукти, а енергія, що при цьому виділяється, накопичується у вигляді особливих енергетичних молекул — АТФ.

У клітині є також місце, де органічні сполуки можуть накопичуватися й звідки вони можуть транспортуватися — це апарат Гольджі — система плоских мембранних мішечків. Він бере участь у транспорті білків, ліпідів, вуглеводів, відновленні плазматичної мембрани. В апараті Гольджі утворюються також органели внутрішньоклітинного травлення — лізосоми.

Лізосоми — це одноюмембранні органели, які характерні для клітин тварин і містять ферменти, котрі можуть розщеплювати білки, вуглеводи, нуклеїнові кислоти, ліпіди.

До органел, що мають немембранну будову, належить цитоскелет. Цитоскелет — це опорно-рухова система клітини, до складу якої входять мікрофіламенти, війки, джгутики та клітинний центр, що продукує мікротрубочки й центріолі.

Усі органели клітини працюють разом, беручи участь у процесах обміну речовин та енергії, вони всі взаємозв'язані й взаємозалежні.

2. Клітина як структурно-функціональна одиниця живого.

Клітина є складною системою, утвореною з окремих взаємозв'язаних і взаємозалежних компонентів — органел. Водночас сама клітина може бути компонентом більш складної системи — організму.

Клітина є елементарною структурно-функціональною одиницею живого. Це означає, що вона може виконувати всі функції живого й має такі властивості, як обмін речовин, живлення, дихання, виділення, подразливість, здатність до розмноження.

Життя на нашій планеті представлене одноклітинними й багатоклітинними організмами. У багатоклітинних організмах клітини диференціюються, стають залежними одна від одної та втрачають здатність існувати автономно.

Людський організм складається з мільйонів клітин, різноманітних за розміром, формою та функціями. Наприклад, нейрони утворюють нервову тканину, а міоцити — м'язові клітини — м'язову тканину. Кров має формові елементи — клітини крові — еритроцити, тромбоцити, лейкоцити.

Розвиток і ріст організму відбувається за рахунок збільшення числа клітин та їхнього диференціювання.

3. Характеристика тканин як біологічних систем.

Клітини є компонентами більш складної системи — тканини.

Тканина — це історично сформована сукупність клітин та позаклітинної речовини, які об'єднані спільним походженням, будовою та функцією. В організмі людини виділяють чотири типи тканин: епітеліальну, сполучну, м'язову й нервову.

Епітеліальна тканина (епітелій) вкриває поверхню тіла, вистилає слизові оболонки порожнистих органів травної системи, дихальної системи, сечостатевого апарату й утворює залозисту паренхіму залоз зовнішньої і внутрішньої секреції. Епітелій виконує покривну й захисну функції, тому в епітеліальній тканині мало міжклітинної речовини й клітини щільно прилягають одна до одної.

Сполучна тканина дуже різноманітна за своєю будовою, але в ній завжди багато міжклітинної речовини. Основними функціями сполучної тканини є трофічна (живильна) функція й опорна. До сполучної тканини належать кров, лімфа, хрящова, кісткова й жирова тканини.

Різновидом сполучної тканини є ретикулярна сполучна тканина. Вона утворює кістяк кровотворних органів та органів імунної системи (кістковий мозок, тимус, селезінку, лімфатичні вузли, групові й поодинокі лімфатичні вузлики).

М'язова тканина здійснює рухові процеси в організмі тварин і людини. Вона утворена м'язовими волокнами, у цитоплазмі яких є дуже тоненькі нитки, здатні до скорочення.

Розрізняють гладку (непосмуговану) м'язову тканину, поперечносмугасту скелетну (посмуговану) і серцеву поперечносмугасту (посмуговану) м'язові тканини.

Гладка м'язова тканина входить до складу стінок внутрішніх органів, а з поперечносмугастою м'язовою тканиною складаються скелетні м'язи та м'яз серця.

Нервова тканина складається з нервових клітин — нейронів і нейроглії, які утворюють нервову систему.

Основною одиницею нервової системи є нейрон, що має тіло й різної довжини відростки. За кількістю відростків виділяють уніполярні нейрони з одним відростком, біполярні — з двома відростками й мультиполярні — з кількома відростками.

Серед відростків нейрона один, найдовший, має назву аксон. Його кінцевий апарат закінчується на іншій нервовій клітині, на м'язових клітинах (волокнах) або на клітинах залозистої тканини. По аксону нервовий імпульс рухається від тіла нервової клітини до робочих органів — м'яза, залози або до наступної нервової клітини. Аксони утворюють нервові волокна.

Інші відростки нейрона називаються дендритами. Вони короткі, розгалужені. Їхні закінчення сприймають нервові подразнення і проводять нервовий імпульс до тіла нейрона.

Основною властивістю нейрона є здатність збуджуватися і проводити це збудження по нервових волокнах.

Клітини нейроглії виконують опорну, живильну, захисну та інші функції. Ці клітини вистилають порожнини головного мозку та спинно-мозковий канал, утворюють опорний апарат центральної нервової системи й оточують тіла нейронів та їхні відростки.

Тканина являє собою біологічну систему, але самі тканини є компонентами більш складних біологічних систем — органів.

4. Характеристика органів як біологічних систем.

Органи складаються з тканин. Орган — це частина тіла, що має певну форму, займає певне місце в організмі й виконує характерну функцію. В утворенні кожного органа беруть участь різні тканини, але одна з них є головною — провідною, робочою. Наприклад, для мозку — це нервова тканина, для м'язів — м'язова, для залоз — епітеліальна.

Інші тканини, що є в органі, виконують допоміжну функцію. Так, епітеліальна тканина вистилає слизові оболонки органів травної, дихальної систем і сечостатевого апарату, а сполучна тканина виконує опорну й живильну функції, утворює сполучнотканинний кістяк органа, м'язова тканина бере участь в утворенні стінок порожнистих органів.

Орган являє собою біологічну систему, але самі органи є компонентами більш складних систем, які називаються фізіологічними системами.

5. Фізіологічні системи.

Виділяють системи й апарати органів. Систему органів становлять органи, які виконують спільну функцію, мають єдине походження і спільний план будови. До таких систем належать травна, дихальна, серцево-судинна, лімфатична та інші. Наприклад, травна система має вигляд трубки з розширеннями або звуженнями в певних місцях, розвивається з первинної кишки й виконує функцію травлення. Печінка, підшлункова залоза, великі слинні залози є виростами епітелію травної трубки.

На відміну від фізіологічних систем, апарати органів являють собою органи, які пов'язані єдиною функцією, однак мають різну будову й походження. Таким є, наприклад, опорно-руховий апарат.

Системи й апарати органів утворюють цілісний людський організм. Системи органів взаємозв'язані й взаємозалежні, а процеси, що протікають у них, — узгоджені.

► Робота в групах. Робота з підручником

Вивчення нового матеріалу може бути побудоване не тільки на розповіді вчителя, але й на роботі з текстом підручника, роботі в групах, які обговорюють ті чи інші питання. Наприклад: «Як пов'язані між собою структура й функції органоїдів клітини?»

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Проблеми, які виникають при вивченні цієї теми, пов'язані з недостатніми знаннями про будову рослинної і тваринної клітини. У цьому разі слід повторити матеріал попередніх класів.

Учні вперше намагаються розглядати організм як ієрархічно побудовану складну біологічну систему. Фактично вони мають застосувати

до матеріалу, який вивчають, системний підхід. Саме складність використання системного підходу й призводить до деяких проблемних для учнів ситуацій. У цьому випадку вчитель має зупинитися на розгляді особливостей системного підходу як способі отримання наукових знань та інструменті пізнання.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має містити короткий перелік структурно-функціональних особливостей клітини, тканин, органів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

- ① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки, що виникають при вивченні даної теми, викликані нерозумінням зв'язку структур і функцій органел клітини, тканин і органів. У цьому випадку слід звернути увагу учнів на будову й функції конкретних структур, пояснивши на прикладі такі взаємозв'язки.

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Доведіть, що клітина є біологічною системою.
- Які функції можуть виконувати органели клітини?
- Як структура органел клітини пов'язана з їхніми функціями?
- Продемонструйте взаємозв'язки між органелами клітини.
- Що називають тканиною?
- Як можна довести, що орган є біологічною системою?
- Що називають фізіологічними системами?
- Які фізіологічні системи входять до складу організму людини?
- Як можна довести, що організм є складною біологічною системою?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразками.

Зразок

1. Установіть відповідність між назвами органел та їхніми функціями.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Ядро | А. Забезпечує процеси дихання в клітині |
| 2. Гранулярна ендоплазматична сітка | Б. Забезпечує рух клітини, зміну форми клітини, а також зміну взаєморозташування органел усередині клітини |
| 3. Апарат Гольджі | В. Місце накопичення, сортування, упакування та подальшого транспорту речовин клітиною |
| 4. Цитоскелет | Г. Система синтезу й транспорту білків |

- Д. Є інформаційним центром клітини, відповідає за процеси зберігання, зміни, передачі й реалізації спадкової інформації

Відповідь: 1 — Д, 2 — Г, 3 — В, 4 — Б.

2. Установіть відповідність між назвами органел та особливостями їхньої будови.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Ядро | А. Одномембранні органели, дрібні пухирці, що містять ферменти |
| 2. Рибосоми | Б. Немембранні органели, сферичні структури діаметром 20 нм; це найдрібніші клітинні органели |
| 3. Гранулярна ендоплазматична сітка | В. Система мембран, що утворюють каналці й порожнини; на мембранах розташовані рибосоми |
| 4. Лізосоми | Г. Найбільша двомембранна органела клітини |
| | Д. Органела, до складу якої входять немембранні органели: мікрофіламенти, війки та джгутики, а також клітинний центр, що продукує мікротрубочки й центріолі. |

Відповідь: 1 — Г, 2 — Б, 3 — В, 4 — А.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 14

Тема уроку: Основні біосистеми: популяція, вид, біоценоз. Практична робота № 3. Вивчення біосистем різного рівня організації (за таблицями, схемами, фотографіями, CD).

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про популяцію, вид і біоценоз.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати структуру популяцій і видів.

Базові поняття і терміни: вид, популяція, біоценоз.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Характеристика популяції.	
2. Характеристика виду.	
3. Поняття «біоценоз».	
4. Структура біоценозу.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	8 хв.
Самостійна робота учнів	10 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

За якими критеріями ви б об'єднали організми в одну спільну групу?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Характеристика популяції.

Поняття про популяцію використовують у генетиці, екології та еволюційному вченні. Популяція — це сукупність особин одного виду, що впродовж тривалого часу займає певний простір і відтворює себе в значній кількості поколінь.

Особини однієї популяції мають більшу ймовірність схрещуватися одна з одною, аніж з особинами інших популяцій. Це пов'язано з тим, що певна сукупність особин тією чи іншою мірою ізольована від інших таких самих сукупностей особин.

Популяція має складну структуру: особини відрізняються за статтю і віком, належністю до різних поколінь, до різних фаз життєвого циклу, до тих чи інших малостійких угруповань усередині. Прикладами популяцій є стадо, колонія, родина тощо.

Зміна навколишнього середовища спричиняє зміну генетичного складу й структури популяції, її чисельності й величини простору, який вона займає.

На популяційному рівні постійно відчутний вплив усіх інших основних рівнів організації життя — молекулярно-генетичного, організменого, біогеоценологічного.

Динаміку генетичного складу популяції, її чисельність і структуру, обмін речовин та енергії між популяцією і середовищем її існування вивчають популяційна генетика, популяційна екологія, біогеоценологія. «Популяційне мислення» потрібне в багатьох розділах загальної біології.

2. Характеристика виду.

Біологічний вид зазвичай представлений безліччю взаємодіючих популяцій. У межах виду протікають процеси мікроеволюції — основа еволюційного процесу в цілому.

Основи концепції виду розробив К. Лінней.

Належність особин до того чи іншого виду визначається на підставі низки критеріїв. Критерії виду — це різноманітні ознаки, які притаманні одному виду, але відсутні в інших. При виділенні видів у першу чергу враховують морфологічні особливості, і виділені на підставі морфологічного критерію види часто називають морфологічними видами. Мається на увазі, що особини, які належать до одного виду, відносно однорідні за анатомічною будовою і чітко відрізняються від особин інших видів.

Вид — це якісно відособлена форма живої речовини, основна одиниця еволюційного процесу.

Вид — це сукупність популяцій особин, які:

- здатні до схрещування з утворенням плідного потомства;
- заселяють певний ареал;
- мають низку спільних морфо- та фізіологічних ознак і типів взаємозв'язків з абіотичним та біотичним середовищем;
- відокремлені від інших таких самих груп особин практично повною відсутністю гібридних форм.

Біологічний вид є основною структурною одиницею в системі живих організмів, якісним етапом їхньої еволюції, основною систематичною одиницею в біологічній систематиці.

Дати розгорнуте визначення поняття виду можна на основі опису його найбільш характерних особливостей, тобто на основі виділення критеріїв і спільних ознак. Систематики виділили п'ять основних критеріїв виду. Слід зазначити, що жоден із них не є абсолютним, інакше кажучи, серед ознак організмів немає жодного, котрий був би надійним і єдиним маркером саме даного виду.

Морфологічний критерій. Особини різних видів розрізняються за зовнішньою і внутрішньою будовою. Білий і бурий ведмеді, наприклад, чітко розділяються за кольором шерсті. Водночас забарвлення покривів тіла не є абсолютним показником відмінностей видів. Біле або буре забарвлення мають і багато інших видів тварин. Відомо чимало прикладів видів-двійників, особини яких настільки подібні між собою зовні, що дуже часто систематики відносили їх до одного виду. Колись вважалося, що у Європі малярію розносить один вид комарів — малярійний комар, тим часом як насправді це була група, яка складається із шести самостійних видів, що

відрізняються біологічними ознаками яєць. Види-двійники зустрічаються у всіх великих таксонах тварин. Тим часом у природі такі види, як правило, не схрещуються між собою, тому що за особливими прикметами знаходять особин свого виду.

Фізіолого-біохімічний критерій. Послідовність та інтенсивність фізіологічних процесів теж є специфічними для кожного виду. Разом з тим багато видів характеризуються подібністю деяких фізіологічних показників. Так, у ряду арктичних риб інтенсивність обміну й загальна активність такі самі, як у риб, що населяють тропічні води. Особини кожного виду мають також єдину генетичну конституцію, що обумовлює синтез однакових білків, які відрізняються від білків іншого виду. Однак біохімічний критерій так само є відносним і не може служити абсолютним показником якісної визначеності видів.

Еколого-географічний критерій. Кожний вид живе в конкретних умовах середовища, що в екології характеризується поняттям «адаптивна ніша». Поняття ніші включає в себе два аспекти — географічний та екологічний, урахування яких дуже важливе для характеристики виду. Географічний аспект означає територію (географічну зону), на якій живе вид. Приміром, білий ведмідь заселяє Арктику, бурий — тайгово-лісову зону. Ареали цих видів не перекриваються, вони географічно ізольовані. Екологічний аспект відображає відношення виду до умов середовища існування, яке полягає в комплексі вироблених до нього адаптацій. За образним висловлюванням американського еколога Ю. Одума, географічне місцезнаходження виду — це його «адреса», а існування у певних екологічних умовах — його «професія».

Генетико-репродуктивний критерій. Істотна властивість виду — нехрещуваність його з іншими видами (генетична ізоляція). Однак є багато прикладів порушення бар'єрів нехрещуваності, які спостерігаються при міжвидовій гібридизації. Отже, ступінь генетичної ізоляції також не має абсолютного значення. Крім того, генетико-репродуктивний критерій непридатний для розпізнавання видів організмів із безстатевим розмноженням.

Лише використання всіх або більшості критеріїв дозволяє окреслити межі кожного конкретного виду й визначити належність особин до того чи іншого виду.

Загальні ознаки виду. Серед загальних ознак виду, що характеризують його як особливу форму організації життя, виділяють такі ознаки.

Дискретність. Вид являє собою утвір, відносно відособлений (дискретний) від інших видів у просторі (географічна ізоляція) за типом організації (єдність генотипічної і фенотипічної будови особин) і за здатністю у процесі розмноження зберігати свою якісну визначеність (генетико-репродуктивна ізоляція).

Чисельність. Вид складається з безлічі особин. Він має свій рівень чисельності, середнє значення якого входить до його якісної характеристики.

Цілісність. Вид являє собою не просто сукупність особин, а організовану систему, що має внутрішню структуру. Зв'язками, які об'єднують внутрішньовидові форми в єдину систему, є видові адаптації.

Стійкість. У сукупності особин, що становлять вид, тривалість життя обмежена. Вид як такий здатний існувати дуже довго. Життя виду в часі не запрограмоване.

Історичність. Попри те що вид не має заздалегідь заданого строку існування, його стійкість у часі відносна, оскільки зміни умов середовища можуть стати причиною його вимирання. Здатність до історичного розвитку характеризує вид як об'єкт еволюції. Історичність і стійкість є тими рисами виду, які найбільше цікавлять еволюціоністів.

3. Поняття «біоценоз».

Кожний організм живе в оточенні безлічі інших організмів, вступає з ними в найрізноманітніші стосунки як з негативними, так і позитивними для себе наслідками й в остаточному підсумку не може існувати без цього живого оточення. З одного боку, зв'язок з іншими організмами — це необхідна умова живлення і розмноження, можливість захисту, пом'якшення несприятливих умов середовища, а з іншого — це небезпека шкоди й часто навіть безпосередня загроза існуванню індивідуума. Усю суму впливів живих істот одне на одного об'єднують назвою біотичні фактори середовища. Безпосереднє живе оточення організму становить його біоценотичне середовище. Різноманітні живі організми зустрічаються на Землі не в будь-якому поєднанні, а утворюють певні співтовариства, до яких входять види, пристосовані до спільного існування.

Сукупність взаємопов'язаних організмів, які заселяють територію з більш менш-однотипними умовами існування, називають біоценозами (від грец. біос — життя і койнос — загальний).

Термін «біоценоз» у сучасній екологічній літературі частіше вживають стосовно населення територіальних ділянок, які на суходолі виділяють за відносно однорідною рослинністю, наприклад біоценоз суходільного луку, біоценоз ковилового степу, пшеничного поля тощо. При цьому мають на увазі всю сукупність живих істот-рослин, тварин, мікроорганізмів, пристосованих до спільного існування на певній території.

Природні об'єднання живих істот мають власні закони створення, функціонування і розвитку.

1. Співтовариства завжди виникають, утворюються з готових частин (представників різних видів або цілих комплексів видів), наявних у навколишньому середовищі.
2. Частини співтовариства замінювані. Один вид (або комплекс видів) може зайняти місце іншого з подібними екологічними потребами без будь-якої шкоди для всієї системи.
3. Якщо в цілісному організмі підтримується постійна координація, узгодженість діяльності його органів, клітин і тканин, то надорганізмна система існує в основному за рахунок урівноваження протилежно спрямованих сил. Інтереси багатьох видів у біоценозі прямо протилежні. Наприклад, хижаки — антагоністи своїх жертв, проте вони існують разом, у рамках єдиного співтовариства.
4. Співтовариства засновані на кількісній регуляції чисельності одних видів іншими.

5. Граничні розміри організму обмежені його внутрішньою спадковою програмою. Розміри надорганізмих систем визначаються зовнішніми причинами.

6. Співтовариства часто мають нечіткі межі, іноді непомітно переходячи одне в одне. Проте вони цілком об'єктивно, реально існують у природі. Та частина екології, що вивчає закономірності формування співтовариств і спільного життя в них живих організмів, одержала назву синекологія, або біоценологія. Ділянку абіотичного середовища, яку займає біоценоз, називають біотопом, тобто біотоп — це місце існування біоценозу (від грец. «біос» — життя, «топос» — місце).

4. Структура біоценозу.

Структура біоценозу багатопланова, тож при її вивченні виділяють різні аспекти. Під видовою структурою біоценозу мають на увазі різноманітність у ньому видів і співвідношення їхньої чисельності або маси. Розрізняють бідні й багаті на види біоценози. У полярних арктичних пустелях і північних тундрах співтовариства сильно збіднені, тому що лише деякі види можуть пристосуватися до таких надзвичайних умов. Невеликий видовий спектр і в тих біоценозах, які часто зазнають якихось катастрофічних впливів, наприклад щорічного затоплення під час розливів рік або регулярного знищення рослинного покриву при оранці, застосування гербіцидів та інших антропогенних втручань. І навпаки, скрізь, де умови абіотичного середовища наближаються до середньо оптимальних для життя, виникають надзвичайно багаті на види співтовариства. Прикладами таких співтовариств можуть бути тропічні ліси, коралові рифи з їхнім різноманітним населенням.

Окрім того, видовий склад біоценозів залежить від тривалості їхнього існування, історії кожного біоценозу. До складу молодих, тих, які ще тільки формуються, співтовариств зазвичай входить менший набір видів, аніж до зрілих, тих, що вже сформовані давно. Біоценози, створені людиною (поля, сади, городи), так само бідніші на види, аніж подібні до них природні системи (лісові, степові, лугові). Одноманітність і видову бідність агроценозів людина підтримує за допомогою спеціальної складної системи агротехнічних заходів.

Біоценоз можна умовно поділити на більш дрібні структурні одиниці відповідно до поділу організмів на систематичні групи: фітоценоз — співтовариство рослин; зооценоз — співтовариство тварин; орнітоценоз — співтовариство птахів; ентомоценоз — співтовариство комах тощо. У біотопі також можуть бути виділені більш дрібні елементи, для яких характерні певні специфічні умови, — це стації. Наприклад, у діброві: крони дерев, стовбури, покрив лісу, підстилка, гнилі стовбури й пні, ґрунт.

Кожний біоценоз характеризується такими основними показниками: видова різноманітність; чисельність або щільність видових популяцій (загальне число особин одного виду або число особин на одиницю площі, обсягу); біомаса (загальна кількість органічної речовини на одиниці площі); біологічна продуктивність (кількість біомаси, утвореної за одиницю часу), зокрема, первинна продуктивність (продуктивність автотрофів) і вторинна продуктивність (продуктивність гетеротрофів).

► Робота в групах. Робота з підручником

Вивчення нового матеріалу може бути побудоване не тільки на розповіді вчителя, але й на роботі з текстом підручника, роботі в групах, які обговорюють ті чи інші питання. Наприклад: «Чи можна за одним критерієм віднести групу організмів до одного виду?»

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Основні проблеми під час вивчення цієї теми виникають у зв'язку з тим, що екологічні знання учнів, отримані при вивченні ботаніки й зоології, є, як правило, уривчастими й несистемними. Учні користуються термінами «вид» і «популяція», але поняття, що стоять за цими термінами, у них ще не сформовані. Учитель повинен докладно зупинитися на критеріях виду та популяції, звернути увагу на те, що ці поняття є базовими для екології, генетики й еволюційної біології.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити визначення популяції, виду, біоценозу, критерії виду, структуру біоценозу.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом. Робота з підручником

Під час узагальнення і систематизації знань слід провести практичну роботу № 3 «Вивчення біосистем різного рівня організації (за таблицями, схемами, фотографіями, CD)» з використанням зошита (ЗЛПР с. 38).

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки учнів пов'язані з тим, що вони не розуміють, чим популяція відрізняється від виду, і не володіють інформацією про критерії виду, вважають, що за одним критерієм можна віднести тих чи інших особин до одного виду. Крім того, вони не завжди пам'ятають особливості класифікації рослин і тварин та основні таксономічні одиниці, якими користуються при цій класифікації. Для запобігання таких помилок слід повторити матеріал тем, що вивчалися в попередніх класах.

► Запитання для повторення та обговорення

- Які критерії виду ви знаєте?
- Чи можна за трьома критеріями віднести групу організмів до одного виду?
- Якою є структура виду?
- Які основні ознаки виду вам відомі?
- Що є основою біоценозів?
- Чим один біоценоз відрізняється від іншого?
- Які види визначають характер біоценозу в цілому?
- Які основні характеристики біоценозу вам відомі?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Білий і бурий ведмеді чітко розділяються за кольором шерсті. Цей критерій виду є:

- А) морфологічним;
- Б) генетичним;
- В) цитологічним;
- Г) фізіологічним.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 15

Тема уроку: Основні біосистеми: екосистема, біогеоценоз, біосфера. Практична робота № 4. Моделювання окремих ознак біосистем (ріст, рух, відтворення). Практична робота № 5. Складання схем структурної організації біосистем різного рівня.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про екосистеми, біогеоценози та біосферу.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати будову екосистем, біогеоценозів і біосфери.

Базові поняття і терміни: екосистема, біогеоценоз, біосфера, продуценти, консументи, фітоценоз, гетеротрофи, автотрофи.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Екосистеми.
2. Біогеоценози.
3. Поняття «біосфера».
4. Характеристики біосфери.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.

Самостійна робота учнів 5 хв.

Домашнє завдання 1–2 хв.

Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення проблемної ситуації

Яку роль відіграє в житті живих організмів нежива природа? Чи можуть живі організми обійтися без абіотичної частини середовища?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Екосистеми.

Характерною рисою біосфери є мозаїчність її будови. Базові структурно-функціональні підрозділи біосфери в 1935 році еколог Тенслі назвав екосистемами. Екосистема — це комплекс взаємозалежних організмів різних видів і змінюваного ними абіотичного середовища, що має здатність до саморегуляції й повного самовідновлення біоти (живого складника).

У структурі екосистеми виділяють активну частину, утворену різномірною живою речовиною, і пасивну — утворену неживою речовиною у твердому, рідкому й газоподібному станах. Активну частину прийнято поділяти на кілька функціональних блоків, що відрізняються переважною спрямованістю організовуваних ними процесів:

- продуценти — пов'язують «розсіяну» енергію електромагнітного випромінювання сонця та енергію, що вивільняється при окисненні деяких мінеральних речовин, синтезуючи органічні речовини (з «концентрованою» хімічною енергією) для побудови власних тіл і матеріально-енергетичного забезпечення інших функціональних блоків екосистеми. Головну роль тут відіграють фото- і хемосинтетичні організми (фотоавтотрофи й хемоавтотрофи): бактерії, ціанобактерії, водорості, сланеві (таломні) й судинні рослини;
- консументи (редуценти й деструктори) — із живої та неживої органіки, створеної продуцентами, будують власні тіла й вивільняють енергію у вигляді тепла й (або) у спрямованому концентрованому вигляді з виконанням роботи. У цей блок включаються гетеротрофні частини тіл автотрофів і типові гетеротрофи: бактерії, гриби й тварини.

2. Біогеоценоз.

Близьким за значенням до терміну «екосистема» є термін «біогеоценоз», яким позначають співтовариство організмів, пов'язаних з певними ґрунтово-кліматичними умовами. У структурі біогеоценозу виділяють біоценоз (термін запропонував В. М. Сукачов у 1942 році) — співтовариство живих організмів і біотоп — територію з однорідними кліматичними умовами, заселену більш-менш однорідним складом організмів.

Учення про біогеоценози розвивалося паралельно з розвитком концепції екосистем. «Екосистема» і «біогеоценоз» — близькі за значенням поняття, але якщо перше з них застосовне для позначення систем, що забезпечують кругообіг будь-якого рангу, то «біогеоценоз» — поняття територіальне, яке стосується тих ділянок суходолу, що зайняті певними одиницями рослинного покриву — фітоценозами.

Наука про біогеоценози — біогеоценологія — постала з геоботаніки й спрямована на вивчення функціонування екосистем у конкретних умовах ландшафту залежно від властивостей ґрунту, рельєфу, характеру оточення біогеоценозу та первинних компонентів, з яких він складається: гірської породи, тварин, рослин, мікроорганізмів.

Біогеоценологія розглядає поверхню Землі як мережу суміжних біогеоценозів, пов'язаних між собою через міграцію речовин. Конкретні властивості ділянки, зайнятої біогеоценозом, надають їй своєрідності, виділяючи з-поміж інших, вихідних за типом.

Обидві концепції — екосистем і біогеоценозів — доповнюють і збагачують одна одну, дозволяючи розглядати функціональні зв'язки співтовариств та неорганічного середовища, що їх оточує, у різних аспектах і з різних точок зору.

Підтримання життєдіяльності організмів і кругообіг речовини в екосистемах можливі тільки за рахунок постійного припливу енергії. В остаточному підсумку все життя на Землі існує за рахунок енергії сонячного випромінювання, яка переводиться фотосинтетичними організмами в хімічні зв'язки органічних сполук. Гетеротрофи одержують енергію з їжею. Усі живі істоти є об'єктами живлення інших, тобто пов'язані між собою енергетичними відносинами.

Згідно з ієрархією співтовариств життя на Землі проявляється і в ієрархічності відповідних екосистем. Екосистемна організація життя є однією з необхідних умов його існування. Запаси біогенних елементів, з яких будують тіла живі організми, на Землі в цілому й на кожній конкретній ділянці на її поверхні не безмежні. Лише система кругообігів могла надати цим запасам властивості безконечності, необхідної для продовження життя.

3. Поняття «біосфери».

Біосфера (від грец. «біос» — життя, «сфайра» — куля) — це ділянка системної взаємодії живої та неживої (косної) речовини планети. Вона являє собою глобальну екосистему — сукупність усіх біогеоценозів (екосистем) планети.

Учення про біосферу розробив академік В. І. Вернадський. Він поширив поняття біосфери не тільки на організми, але й на середовище існування,

з'ясував геологічну роль живих організмів і показав, що їхня діяльність є найважливішим фактором перетворення мінеральних оболонок планети.

Вернадський писав: «На земній поверхні немає хімічної сили більш постійно діючої, а тому більш могутньої за своїми кінцевими наслідками, аніж живі організми, узяті в цілому».

Згідно із сучасним розумінням, біосфера — це оболонка Землі, що містить уся сукупність живих організмів і ту частину речовини планети, яка перебуває в безперервному обміні із цими організмами.

Біосфера охоплює нижню частину атмосфери, гідросферу й верхню частину літосфери.

Усю сукупність організмів на планеті В. І. Вернадський назвав живою речовиною, розглядаючи як основні її характеристики сумарну масу, хімічний склад та енергію. Нежива (косна) речовина, за Вернадським, — це сукупність тих речовин у біосфері, в утворенні яких живі організми не задіяні. Біогенна речовина створюється і переробляється життям, сукупностями живих організмів. Це джерело надзвичайно потужної потенційної енергії (кам'яне вугілля, буре вугілля, вапняки, нафта).

Особливою категорією є біокосна речовина. В. І. Вернадський писав, що вона «створюється у біосфері одночасно живими організмами й косними процесами, представляючи системи динамічної рівноваги тих та інших». Організми в біокосній речовині відіграють провідну роль. Біокосна речовина планети — це ґрунти, кора вивітрювання, усі природні води, властивості яких залежать від діяльності на Землі живої речовини.

Отже, біосфера — це та ділянка Землі, що охоплена впливом живої речовини. Із сучасних позицій біосферу розглядають як найбільшу екосистему планети, яка підтримує глобальний колообіг речовин.

4. Характеристики біосфери.

Біосфера, що виникла й сформувалася 1–2 млрд років тому, перебуває у постійній динамічній рівновазі й розвитку. У біосфері, як у будь-якій екосистемі, відбувається кругообіг води, планетарні переміщення повітряних мас, а також біологічний колообіг речовин.

Еволюція біосфери йшла шляхом ускладнення структури біологічних співтовариств, збільшення числа видів і вдосконалення їхньої пристосованості.

Колообіги енергії та речовини, які встановилися за багато мільйонів років у біосфері, самопідтримуються в глобальних масштабах, хоча локальні (місцеві) зміни структури й особливостей окремих екосистем (біогеоценозів), з яких складається біосфера, можуть бути значними.

Живі організми заселили літосферу, гідросферу й атмосферу. У глиб землі живі організми проникають на невеликі відстані. У літосфері життя обмежує, насамперед, температура гірських порід і підземних вод, що поступово зростає із глибиною і на рівні 1,5–15 км уже перевищує 100 °С. Найбільша глибина, на якій у породах земної кори були виявлені бактерії, становить 4 км. У нафтових родовищах на глибині 2–2,5 км бактерії зареєстровані в значній кількості.

В океані життя поширене на значно більших глибинах. Живі істоти зустрічаються навіть на дні океанічних западин на відстані 10–11 км від по-

верхні, за температури близько 0 °С. Однак, за В. І. Вернадським, нижню межу біосфери слід проводити ще глибше. Гігантські товщі осадових порід, поступово накопичених в океані, походження яких пов'язане з діяльністю живих істот, — це теж частина біосфери.

Верхня межа життя в атмосфері визначається зростанням з висотою ультрафіолетової радіації. На висоті 25–27 км більшу частину ультрафіолетового випромінювання Сонця поглинає тонкий шар озону — озоновий екран. Усе живе, що піднімається вище захисного шару озону, гине. Атмосфера над поверхнею Землі насичена різноманітними живими організмами, які пересуваються в повітрі активним або пасивним способом. Спори бактерій і грибів виявляють на висоті до 20–22 км, але основна частина аеропланктону зосереджена в шарі до 1–1,5 км. У горах межа поширення наземного життя становить близько 6 км над рівнем моря.

На поверхні Землі сьогодні повністю відсутні живі істоти лише в зонах великих заледенінь і кратерів діючих вулканів. В. І. Вернадський указував на «повсюдність» життя в біосфері.

Однак розподіл життя в біосфері характеризується надзвичайною нерівномірністю. Воно слабо розвинене в пустелях, тундрах, глибинах океану, високо в горах, тимчасом як на інших ділянках біосфери надзвичайно багате й різноманітне. Найбільш висока концентрація живої речовини на межах поділу основних середовищ — у ґрунті, тобто в межевому шарі між літосферою та атмосферою, у верхніх шарах океану, на дні водойм й особливо на літоралі, у лиманах, де всі три середовища — ґрунт, вода й повітря — близько сусідять один з одним. Місця найбільшої концентрації організмів у біосфері В. І. Вернадський назвав «плівками життя».

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має містити визначення основних понять уроку.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Робота із зошитом. Робота з підручником**

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести практичну роботу № 4 «Моделювання окремих ознак біосистем (ріст, рух, відтворення)» і провести практичну роботу № 5 «Складання схем структурної організації біосистем різного рівня» (ЗЛПР с. 40, с. 42).

- ① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Типові помилки учнів пов'язані з нерозумінням відмінностей біогеоценозу й екосистеми, а також з недостатнім запасом прикладів біогеоценозів та екосистем. Учитель повинен розширити коло таких прикладів, що й допоможе уникнути помилок.

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Хто запровадив у науковий ужиток термін «екосистема»?
- Що забезпечує функціонування екосистеми?
- Чим біогеоценоз відрізняється від екосистеми?

- Які компоненти абіотичної частини біогеоценозу вам відомі?
- Чим забезпечується цілісність біосфери?
- У чому полягає саморегуляція біосфери?

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразками.

Зразок

1. Співтовариство птахів називають:
А) фітоценозом;
Б) *орнітоценозом*;
В) ентомоценозом;
Г) зоопланктоном.
2. Ентомоценоз — це:
А) співтовариство рослин;
Б) *співтовариство комах*;
В) співтовариство водоростей;
Г) співтовариство птахів.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 16

Тема уроку: **Різноманітність, взаємозв'язки й особливості біосистем.**

Мета уроку: узагальнити знання учнів про різноманітність, взаємозв'язки й особливості біосистем.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють узагальнити знання учнів про різноманітність, взаємозв'язки й особливості біосистем.

Базові поняття і терміни: біосистеми, клітина, організм, біоценоз, екосистема, біосфера.

Тип уроку: урок узагальнення знань.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	33 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Як пов'язані між собою біологічні системи різного рівня?

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для узагальнення, систематизації і контролю знань і вмінь учнів

- У чому полягають особливості клітини як біологічної системи?
- У чому полягають особливості біоценозу як біологічної системи?
- У чому полягають особливості біосфери як біологічної системи?
- У чому полягають особливості організму як біологічної системи?
- Як пов'язані між собою біологічні системи?
- У чому полягає різноманітність біологічних систем?

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

РОЗДІЛ II. МОЛЕКУЛЯРНИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИВОЇ ПРИРОДИ (40 ГОДИН)

Тема 3. Елементний склад біологічних систем (8 годин)

Вивчаючи цю тему, учні дізнаються:

- про методи вивчення життя на молекулярному рівні;
- особливості концентрування елементів у біосистемах;
- єдність живої та неживої природи;
- ендемічні захворювання та їхні причини.

Вивчаючи цю тему, учні навчаються:

- наводити приклади біогенних елементів, макро-, мікро- та ультрамікроелементів;
- пояснювати значення різних хімічних елементів для біосистем;
- установлювати залежність між біологічним значенням елементів та їхнім розташуванням у Періодичній системі хімічних елементів;
- обґрунтовувати єдність живої та неживої природи.

УРОК № 17

Тема уроку: Методи вивчення життя на молекулярному рівні.
Основні напрями біохімічних досліджень.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про методи вивчення життя на молекулярному рівні та основні напрями біохімічних досліджень.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати методи вивчення життя на молекулярному рівні та основні напрями біохімічних досліджень.

Базові поняття і терміни: методи вивчення життя, біохімічні дослідження.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. <i>Методи вивчення життя на молекулярному рівні.</i>	
2. <i>Основні напрями біохімічних досліджень.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

За допомогою яких методів можна одержувати інформацію про особливості молекулярного рівня живого?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Методи вивчення життя на молекулярному рівні.

Вивчення життя на молекулярному рівні здійснюється за допомогою біохімічних методів. В основі біохімічної методології лежать фракціонування, аналіз, вивчення структури та властивостей окремих компонентів живої речовини. Методи біохімії формувалися переважно у XX столітті, найпоширенішими серед них є:

- хроматографія (винайшов М. С. Цвет у 1906 р.);
- центрифугування (Т. Сведберг, 1923 р., Нобелівська премія 1926 р.);
- електрофорез (А. Тизеліус, 1937 р., Нобелівська премія 1948 р.).

До сучасних методів аналітичної біохімії належать абсорбційна спектроскопія, люмінесцентний аналіз, хроматографічний аналіз.

2. Основні напрями біохімічних досліджень.

Із кінця XX століття у біохімії широко застосовуються методи молекулярної та клітинної біології, особливо штучна експресія і нокаут генів у модельних клітинах та цілих організмах.

Унаслідок визначення структури всієї геномної ДНК людини було виявлено приблизно стільки ж раніше невідомих генів та їхніх недосліджених продуктів, скільки вже було відомо до початку XXI століття завдяки півстолітнім зусиллям наукової спільноти. З'ясувалося, що традиційний хімічний аналіз та очищення ферментів з біомаси дозволяють отримати лише ті білки, які в живій речовині наявні в порівняно великій кількості. Не випадково основна маса ферментів була відкрита біохіміками в середині XX століття, і до кінця століття поширилося переконання, що всі ферменти вже відкриті.

Дані геноміки спростували ці уявлення, але подальший розвиток біохімії вимагав зміни методології. Штучна експресія раніше невідомих генів надала біохімікам новий матеріал для дослідження, часто недоступний при використанні традиційних методів. Як наслідок, виник новий підхід до планування біохімічного дослідження, що одержав назву «зворотна» генетика, або функціональна геноміка. Ця методологія дає біохімікам шанс вивчати функції продуктів уже відомих генів, тимчасом як раніше наука йшла шляхом визначення структури генів, що кодують уже відомі ферменти.

► Робота в групах. Робота з підручником

Вивчення нового матеріалу може бути побудоване не тільки на розповіді вчителя, але й на роботі з текстом підручника, роботі в групах, які обговорюють ті чи інші запитання. Наприклад: «У чому особливості методів вивчення молекулярного рівня живого?»

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Проблеми, пов'язані з вивченням цієї теми, з'являються внаслідок недостатніх знань із хімії. Методи біохімічних досліджень залишаються для учнів досить абстрактними, сприймаються на рівні терміну. Утім урок і є тільки спробою формування найбільш загального уявлення про методи вивчення життя на молекулярному рівні. Основні напрями біохімічних досліджень так само подаються в загальних рисах.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має включати перелік методів вивчення життя на молекулярному рівні.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом. Робота з підручником

Під час узагальнення і систематизації знань можна використовувати завдання у робочому зошиті й текст підручника.

► Запитання для повторення та обговорення

- Які методи дозволяють вивчати молекулярний рівень живого?
- Які біохімічні методи є найпоширенішими?
- Які можливості надала біохімікам функціональна геноміка?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Метод хроматографії винайшов:

- А) Михайло Цвет у 1906 році; Б) Теодор Сведберг у 1923 році;
В) Арне Тизеліус у 1937 році; Г) Мелвін Калвін у 1957 році.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 18

Тема уроку: Значення молекулярної біології.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про роль молекулярної біології у пізнанні життя на молекулярному рівні.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати роль молекулярної біології у пізнанні життя на молекулярному рівні.

Базові поняття і терміни: молекулярна біологія, молекулярний рівень живого.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Молекулярна біологія.	
2. Роль молекулярної біології у пізнанні життя на молекулярному рівні.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про досягнення молекулярної біології?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Молекулярна біологія.

Молекулярна біологія виникла як наука в 30-х роках XX століття. Спочатку вона розвивалася як біохімія нуклеїнових кислот. Надалі молекулярна біологія стала вивчати шлях передачі спадкової інформації та біологічного синтезу білкових структур.

До методів молекулярної біології належать генетичні методи модифікації первинної структури білка, різноманітні методи визначення наявності білка, а також його функціональної активності, зокрема й ферментативної, методи виділення та очищення білків, а також методи визначення просторових структур білкових молекул. Серед методів роботи з генами та нуклеїновими кислотами в наборі молекулярної біології можна відзначити експресію генів, полімерно-ланцюгову реакцію, різні види блоттингу генів, а також методики з визначення послідовностей ДНК.

У молекулярній біології надають перевагу роботі з відносно простими системами, такими, як одноклітинні організми (бактерії, деякі водорості), у яких число компонентів порівняно невелике, а отже, й розрізнити їх легше. Однак і при цьому потрібні досить витончені методи, для того щоб точно локалізувати окремі речовини й відрізнити їх від усіх інших.

2. Роль молекулярної біології у пізнанні життя на молекулярному рівні.

До сфери молекулярної біології належить дослідження усіх пов'язаних з життям процесів: живлення і виділення, дихання, секреція, ріст, репродукція, старіння і смерть. Найважливішим досягненням молекулярної біології є розшифровка генетичного коду та з'ясування механізму використання клітиною інформації, необхідної, наприклад, для синтезу ферментів. Молекулярно-біологічні дослідження сприяють також більш повному розумінню інших процесів життєдіяльності — фотосинтезу, клітинного дихання та м'язової активності.

До досягнень молекулярної біології належать:

- розкриття структури й механізму біологічної функції ДНК, усіх типів РНК і рибосом, розкриття генетичного коду;
- відкриття зворотної транскрипції, тобто синтезу ДНК на матриці РНК;
- вивчення механізмів функціонування дихальних пігментів;
- відкриття тривимірної структури та її функціональної ролі в дії ферментів, принципу матричного синтезу й механізмів біосинтезу білків;
- розкриття структури вірусів і механізмів їхньої реплікації, первинної, а почасти й просторової структури антитіл;
- ізолювання індивідуальних генів, хімічний, а потім біологічний (ферментативний) синтез гена, зокрема людського, поза клітиною (*in vitro*);
- перенесення генів з одного організму в інший, зокрема в клітини людини;

- розшифровка хімічної структури зростаючого числа індивідуальних білків, головним чином ферментів, а також нуклеїнових кислот;
- виявлення явищ «самоскладання» деяких біологічних об'єктів зростаючої складності, починаючи від молекул нуклеїнових кислот і переходячи до багатокомпонентних ферментів, вірусів, рибосом тощо.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Ця тема є ознайомлювальною. Проблема полягає в тому, що розуміння досягнень молекулярної біології пов'язане з наявністю чималих знань з ділянки молекулярної біології, яких у учнів ще немає. Тому слід сконцентрувати увагу на практично важливих результатах розвитку молекулярної біології.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити визначення поняття молекулярної біології та короткий перелік досягнень молекулярної біології.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Що вивчає молекулярна біологія?
- Чому в молекулярній біології надають перевагу роботі з відносно простими системами?
- Які досягнення молекулярної біології вам відомі?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

До досягнень молекулярної біології належать:

- А) створення клітинної теорії;
- Б) створення еволюційної теорії;
- В) відкриття дрейфу генів;
- Г) *розкриття структури й механізму біологічної функції ДНК.*

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 19

Тема уроку: **Елементний склад біологічних систем; біогенні елементи.**

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про елементний склад біологічних систем та біогенні елементи.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати елементний склад біологічних систем та біогенні елементи.

Базові поняття і терміни: біогенні елементи.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. *Елементи в живій та неживій природі.*
2. *Елементний склад біологічних систем і характеристика біогенних елементів.*

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.
Самостійна робота учнів 5 хв.
Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► *Обговорення запитання*

Як ви думаєте, чи однаковий елементний склад живих організмів та об'єктів неживої природи?

Вивчення нового матеріалу

► *Розповідь учителя з елементами бесіди*

1. *Елементи в живій та неживій природі.*
Відомо, що до складу клітини входить понад 80 хімічних елементів, але якихось особливих елементів, які характерні тільки для живих організмів, не виявлено. Однак лише стосовно 27 елементів достеменно відомо,

що вони виконують певні біологічні функції, інші, ймовірно, не беруть участі у життєдіяльності, просто потрапляючи в організм із їжею або повітрям.

Деякі організми інтенсивно накопичують певні елементи. Так, морські водорості можуть накопичувати Йод, ряска — Радій, діатомові водорості й злаки — Силіцій, молюски й ракоподібні — Купрум, хребетні — Ферум, бактерії — Манган.

Елементний склад організмів відрізняється від неживої природи, про що свідчать дані наведеної таблиці.

Вісім елементів, що містяться в найбільших кількостях у земній корі та організмі людини (% від загального числа атомів)

Земна кора	Організм людини
O 47 %	H 63 %
Si 28 %	O 25,5 %
Al 7,9 %	C 9,5 %
Fe 4,5 %	N 1,4 %
Ca 3,5 %	Ca 0,31 %
Na 2,5 %	P 0,22 %
K 2,5 %	Cl 0,08 %
Mg 2,5 %	K 0,06 %

Хімічні елементи, що містяться у складі живих організмів і виконують біологічні функції, називають біогенними.

2. Елементний склад біологічних систем і характеристика біогенних елементів.

Чому біогенні елементи здатні брати участь у тих хімічних сполуках, які становлять основу життя? Це пов'язано з особливостями їхньої будови та властивостями атомів цих елементів. По-перше, атоми всіх цих елементів здатні формувати ковалентні зв'язки за допомогою спарювання електронів; по-друге, вони легко утворюють різноманітні хімічні сполуки, реагуючи один з одним; по-третє, вони мають малу атомну масу.

Завдяки цим властивостям, атоми Гідрогену, Оксигену, Карбону й Нітрогену, поєднуючись у різних сполученнях, утворюють молекули всіх органічних речовин живої клітини. Ці елементи називають органогенами.

Найбільш важливим для формування структури органічних сполук є Карбон.

Атоми Карбону, поєднуючись ковалентними зв'язками один з одним, утворюють ланцюжки, які стають «скелетом» органічних сполук. Органічними називають сполуки, в основі яких лежить такий «скелет», або кістяк, із ковалентно пов'язаних атомів Карбону. Подібну властивість утворювати хімічні зв'язки із самим собою мають іще два елементи — Сульфур та Силіцій, однак вони поступаються вуглецю. Як наслідок, побудова живої речовини на основі переважно Сульфуру або Силіцію неможлива. Проте силіцієвмісних і сульфуровмісних органічних сполук у живій природі багато, і вони відіграють важливу роль.

Органічні сполуки різноманітні, оскільки велика різноманітність порядку зв'язку атомів органогенних елементів один з одним і велика різноманітність функціональних груп, що містяться у складі тих чи інших органічних сполук.

Елементи можуть виконувати різноманітні біологічні функції або входячи до складу органічних і неорганічних сполук, або у вигляді катіонів та аніонів. Так, O, C, H, N, P, S містяться у складі органічних речовин клітини: катіон Магнію входить до складу молекули хлорофілу, катіон Феруму входить до складу гемоглобіну й міоглобіну, аніон Хлору є компонентом шлункового соку, аніон Йоду — обов'язковим компонентом гормону тироксину, аніони Фтору входять до складу емалі зубів.

Катіони й аніони беруть участь у різних біологічних процесах: катіон Кальцію бере участь у процесі зсідання крові й процесі м'язового скорочення, катіони Калію і Натрію — у проведенні нервового імпульсу; катіон Магнію активізує синтез ДНК, катіон Феруму — діяльність ферментів; катіони Купруму й Мангану активізують процеси фотосинтезу, аніони Бору впливають на процеси росту рослин.

Нерозчинні солі Кальцію беруть участь у формуванні кісток і зубів, кальцій карбонат — в утворенні мушель молюсків, зміцненні оболонок клітин деяких видів рослин. Йони Калію і Натрію беруть участь у підтриманні певної йонної сили й створенні буферного середовища, регулюють осмотичний тиск у клітині.

Процентний уміст в організмі того чи іншого елемента не характеризує ступінь його важливості й необхідності в організмі. Кобальт, наприклад, входить до складу вітаміну B₁₂, Йод — до складу гормону тироксину, а Купрум — до складу ферментів, що каталізують окисно-відновні процеси. Значне число ферментів містять йони Цинку, Мангану, Кобальту й Молібдену.

Експериментально доведено, що мікроелементи потрібні для багатьох найважливіших біохімічних процесів, нестача елементів уповільнює ці процеси й навіть зупиняє їх. Для білкового, вуглеводного й жирового обміну речовин потрібні Mo, Fe, V, Co, W, B, Mn, Zn; у синтезі білків беруть участь Mg, Mn, Fe, Co, Cu, Ni, Cr; у кровотворенні — Co, Cu, Mn, Ni, Zn; у диханні — Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Co.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Вивчення цієї теми вимагає досить серйозних знань з хімії. Проблеми можуть виникати у зв'язку з браком цих знань. У цьому випадку слід повторити вивчені раніше теми з курсу хімії.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Елементний склад організмів відрізняється від неживої природи. Хімічні елементи, які входять до складу живих організмів і виконують біологічні функції, називають біогенними.

У живих організмах у найбільших кількостях зустрічаються чотири елементи: Гідроген, Оксиген, Карбон та Нітроген. Їх називають органічними. Найбільш важливим для формування структури органічних сполук є Карбон.

Елементи можуть виконувати різноманітні біологічні функції, або входячи до складу органічних і неорганічних сполук, або у вигляді катіонів та аніонів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

- ① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Типові помилки пов'язані з тим, що учні погано орієнтуються в особливостях будови та властивостей тих чи інших елементів. Помилко буде менше в разі попереднього повторення необхідних тем курсу хімії.

► Запитання для повторення та обговорення

- Чим відрізняється елементний склад організмів від неживої природи?
- Завдяки яким властивостям органічності елементи здатні брати участь у тих хімічних сполуках, які становлять основу життя?
- Яку роль відіграють елементи, що містяться у складі живих організмів?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Хлор Cl^- :

- А) забезпечує проведення нервових імпульсів, підтримує осмотичний тиск у клітині, стимулює синтез гормонів;
 Б) міститься у складі білків, вітамінів та ферментів;
 В) міститься у складі нуклеїнових кислот, АТФ, ферментів, кісткової тканини та емалі зубів;
 Г) є компонентом шлункового соку у вигляді хлоридної кислоти, активізує ферменти.

Установіть відповідність між елементами та їхніми біологічними функціями.

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. Фосфор Р | А. У рослин входить до складу оболонки клітини, |
| 2. Кальцій Ca^{+2} | у тварин — до складу кісток і зубів, активізує зсідання крові |

3. Сульфур S
 4. Ферум Fe^{+3}

- Б. Міститься у складі нуклеїнових кислот, АТФ, ферментів, кісткової тканини та емалі зубів
 В. Міститься у складі білків, вітамінів і ферментів
 Г. Міститься у складі гемоглобіну, міоглобіну, кришталіка та рогівки ока, бере участь у синтезі хлорофілу. Забезпечує транспорт кисню до тканин і органів
 Д. Підвищує врожайність рослин, активізує процес фотосинтезу, впливає на процеси кровотворення

Відповідь: 1 — Б, 2 — А, 3 — В, 4 — Г.

Для складання тестових завдань учням можна запропонувати таблицю «Біологічне значення деяких елементів».

Біологічне значення деяких елементів

Елементи	Біологічне значення
О, С, Н, N	Містяться у складі органічних речовин клітини, води
Фосфор Р	Міститься у складі нуклеїнових кислот, АТФ, ферментів, кісткової тканини та емалі зубів
Кальцій Ca^{+2}	У рослин міститься у складі оболонки клітини, у тварин — до складу кісток і зубів, активізує зсідання крові
Сульфур S	Міститься у складі білків, вітамінів і ферментів
Калій K^+	Обумовлює проведення нервових імпульсів; активізує ферменти білкового синтезу, процеси фотосинтезу, росту рослин
Хлор Cl^-	Є компонентом шлункового соку у вигляді хлоридної кислоти, активізує ферменти
Натрій Na^+	Забезпечує проведення нервових імпульсів, підтримує осмотичний тиск у клітині, стимулює синтез гормонів
Магній Mg^{+2}	Міститься у складі молекули хлорофілу, міститься у кістках і зубах, активізує синтез ДНК, енергетичний обмін
Йод I^-	Міститься у складі гормону щитовидної залози — тироксину, впливає на обмін речовин
Ферум Fe^{+3}	Міститься у складі гемоглобіну, міоглобіну, кришталіка й рогівки ока, бере участь у синтезі хлорофілу. Забезпечує транспорт кисню до тканин і органів

Закінчення таблиці

Елементи	Біологічне значення
Купрум Cu^{+2}	Бере участь у процесах кровотворення, фотосинтезу, каталізує внутрішньоклітинні окисні процеси
Манган Mn	Підвищує врожайність рослин, активізує процес фотосинтезу, впливає на процеси кровотворення
Бор B	Впливає на процеси росту в рослин
Флуор F	Міститься у складі емалі зубів, при нестачі розвивається карієс, при надлишку — флюороз

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 20

Тема уроку: Закономірності розташування елементів у Періодичній системі Д. І. Менделєєва та їхнє поширення у живій природі. Елементи-органогени.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про закономірності розташування елементів у Періодичній системі Д. І. Менделєєва та їхнє поширення у живій природі.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати закономірності розташування елементів у Періодичній системі Д. І. Менделєєва та їхнє поширення в живій природі.

Базові поняття і терміни: елементи, таблиця Менделєєва.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Закономірності розташування елементів у Періодичній системі Д. І. Менделєєва.

2. Поширення елементів у живій природі.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.

Самостійна робота учнів 5 хв.

Домашнє завдання 1–2 хв.

Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Які елементи є найпоширенішими в неживій природі?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Закономірності розташування елементів у Періодичній системі Д. І. Менделєєва.

Періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва — це класифікація хімічних елементів, що встановлює залежність різних властивостей елементів від заряду атомного ядра. Система є графічним вираженням періодичного закону, який відкрив Дмитро Іванович Менделєєв у 1869 році. Цей закон формулюється так: «Властивості хімічних елементів, а також форми та властивості їхніх сполук перебувають у періодичній залежності від заряду ядра атомів цих елементів».

У сучасному варіанті системи передбачається зведення елементів у двовимірну таблицю, у якій кожний стовпець (група) визначає основні фізико-хімічні властивості, а рядки являють собою періоди, певною мірою подібні один до одного. Запропоновані сотні варіантів графічних зображень системи — у вигляді таблиць, геометричних фігур, аналітичних кривих, графіків та діаграм.

Першим варіантом системи елементів, який запропонував Д. І. Менделєєв 1 березня 1869 року, був так званий варіант довгої форми. У цьому варіанті періоди розташовувалися в один рядок. У грудні 1870 року вчений опублікував другий варіант Періодичної системи — так звану коротку форму. У цьому варіанті періоди були поділені на ряди, а групи — на підгрупи (головну й побічну).

Усі елементи Періодичної системи пронумеровані в тому порядку, в якому вони йдуть один за одним. Номери елементів називаються порядковими, або атомними. Елементи 2 і 3 періодів Менделєєв назвав типовими. Їхні властивості закономірно змінюються від типового металічного елементу до інертного газу. Закономірно змінюються у періодах і форми сполук елементів.

У системі 10 рядів (позначені арабськими цифрами). Кожний малий період складається з одного ряду, кожний великий період — із двох рядів: парного (верхнього) і непарного (нижнього). У парних рядах великих періодів (четвертому, шостому, восьмому й десятому) розташовані лише металічні елементи, і властивості елементів у ряді зліва направо змінюються слабо. У непарних рядах великих періодів (п'ятому, сьомому й дев'ятому) властивості елементів у ряді зліва направо змінюються, як у типових елементів.

Основною ознакою, за якою елементи великих періодів поділені на два ряди, є їхній ступінь окиснення (за часів Менделєєва — валентність). Їхні однакові значення двічі повторюються в періоді зі зростанням атомних мас елементів.

Наприклад, у 4 періоді ступені окиснення елементів від К до Мп змінюються від +1 до +7, потім іде триада Fe, Co, Ni (це елементи парного ряду), після чого спостерігається таке саме зростання ступенів окиснення в елементів від Cu до Br (це елементи непарного ряду). Те саме ми бачимо в інших великих періодах, окрім 7, який складається з одного (парного) ряду. Двічі повторюються у великих періодах і форми сполук елементів.

У 6 періоді за Лантаном розташовані 14 елементів з порядковими номерами 58–71, які називаються лантаноїдами. Лантаноїди розміщені окремо внизу таблиці, а в клітинці зірочкою вказана послідовність їхнього розташування в системі La — Lu. Хімічні властивості лантаноїдів дуже схожі.

У 7 періоді 14 елементів з порядковими номерами 90–103 становлять родину актиноїдів. Їх також поміщають окремо — під лантаноїдами, а у відповідній клітинці двома зірочками вказана послідовність їхнього розташування в системі Ac — Lr. Вивчення хімічних властивостей актиноїдів надзвичайно складне внаслідок нестійкості їхніх ядер.

У Періодичній системі по вертикалі розташовані вісім груп (позначені римськими цифрами). Номер групи пов'язаний зі ступенем окиснення елементів, який вони виявляють у сполуках. Як правило, вищий позитивний ступінь окиснення елементів дорівнює номеру групи. Винятком є Фтор — його ступінь окиснення дорівнює –1; Купрум, Аргентум, Аурум виявляють ступінь окиснення +1, +2 і +3; серед елементів VIII групи ступінь окиснення +8 відома тільки для Осмію, Рутенію та Ксенону.

У VIII групі розташовані інертні гази.

Кожна група поділяється на дві підгрупи — головну й побічну, що в Періодичній системі позначається зміщенням одних праворуч, а інших ліворуч. Головну підгрупу становлять типові елементи (елементи 2 і 3 періодів) і подібні до них за хімічними властивостями елементи великих періодів. Побічну підгрупу становлять тільки металічні елементи — елементи великих періодів. VIII група відрізняється від решти. Окрім головної підгрупи Гелію, до її складу входить три побічні підгрупи: підгрупа Феруму, підгрупа Кобальту й підгрупа Ніколу.

Хімічні властивості елементів головних і побічних підгруп істотно відрізняються. Наприклад, у VII групі головну підгрупу становлять неметалічні елементи F, Cl, Br, I, At, побічну — металічні елементи Mn, Tc, Re. Отже, підгрупи об'єднують найбільш схожі між собою елементи.

Усі елементи, крім Гелію, Неону й Аргону, утворюють кисневі сполуки; існує всього 8 форм кисневих сполук. У періодичній системі їх часто зображують загальними формулами, розташованими під кожною групою в порядку зростання ступеня окиснення елементів: R_2O , RO , R_2O_3 , RO_2 , R_2O_6 , RO_3 , R_2O_7 , RO_4 , де R — елемент даної групи. Формули вищих оксидів стосуються всіх елементів групи (головної і побічної), крім тих випадків, коли елементи не проявляють ступеня окиснення, що дорівнює номеру групи.

Елементи головних підгруп, починаючи з IV групи, утворюють газоподібні сполуки з Гідрогеном. Форм таких сполук 4. Їх так само зображують загальними формулами в послідовності RH_4 , RH_3 , RH_2 , RH . Формули сполук з Гідрогеном розміщені під елементами головних підгруп і стосуються тільки їх.

Властивості елементів у підгрупах закономірно змінюються: згори вниз підсилюються металічні властивості й слабшають неметалічні. Очевидно, металічні властивості найбільше виражені у Францію, потім у Цезію; неметалічні — у Флуору, потім — у Оксигену.

Довга форма Періодичної системи елементів Д. І. Менделєєва також містить 7 періодів і 18 груп. Групи нумеруються римськими цифрами з літерами А або В. Лантаноїди, як і актиноїди, називають родиною і не відносять до якоїсь групи.

2. Поширення елементів у живій природі.

До складу земної кори входить порівняно невелика кількість елементів. Близько 1/2 маси земної кори припадає на Оксиген, понад 1/4 — на Силіцій. Усього 18 елементів: O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, H, Ti, C, Cl, P, S, N, Mn, F, Ba — становлять 99,8 % маси земної кори. Із них на 8 елементів (O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg) припадає 98 % маси земної кори.

У живому організмі переважають шість елементів: C, H, O, N, P, S, — органігени, на які припадає 97,4 % маси організму. Слід зазначити, що в земній корі переважають металічні елементи, тимчасом як у живих організмах — неметалічні елементи. Надходження елементів у живий організм із навколишнього середовища обумовлене такими факторами:

- перебуванням елемента в природі в доступній (зазвичай водорозчинній) формі;
- здатністю організму поглинати елемент;
- здатністю організму накопичувати елемент.

Живі організми беруть активну участь у перерозподілі хімічних елементів у земній корі. Мінерали, природні хімічні сполуки утворюються у біосфері в різних кількостях завдяки життєдіяльності різних організмів. Прикладом геохімічної функції живої речовини є кальцієва функція, характерна для всіх організмів, що мають кальцієвий кістяк. Концентруючи Кальцій у своїх тілах, живі організми енергійно добувають його з навколишнього середовища. Коли ж організм відмирає, основним мінеральним складником залишку стає кальцієвий кістяк, який, у свою чергу, повертається до навколишнього «неживого» середовища. Порівнюючи якісний

склад земної кори, геосфери й біосфери, можна помітити, що елементний склад живої речовини істотно відрізняється від такого самого складу земної кори й більше схожий на склад морської води, за винятком Карбону і Кальцію. Виникає питання: чому деякі елементи переважають саме в живих організмах? Якими мають бути властивості цих елементів?

З хімічної точки зору, добір елементів при формуванні живих організмів полягає в доборі тих із них, які здатні до утворення міцних, але водночас і лабільних зв'язків. Саме тому органоген № 1 — це Карбон. Атоми Гідрогену й Оксигену значно менш лабільні, але вони утворюють стійке середо-вище для сполук інших елементів — воду — і забезпечують протікання окисно-відновних процесів. Атоми неметалічних елементів N, P і S, а також металічних елементів Fe, Cu, Mo, відзначаються особливою лабільністю в ході утворення різних хімічних зв'язків. Це пов'язано з тим, що вони виявляють різні ступені окиснення і координаційних чисел.

Порівняння хімічного складу живої та неживої природи можна закінчити словами відомого англійського вченого-філософа Дж. Бернала: «Лабільні атоми S, P і Fe, які зазнають великих змін у неорганічному світі, мають головне значення в біохімії; стабільні атоми Si, Al, Na, які становлять більшу частину земної кори, відіграють другорядну роль у живих організмах або відсутні зовсім».

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Вивчення нового матеріалу може бути побудоване не тільки на розповіді вчителя, але й на роботі з текстом підручника, роботі в групах, які обговорюють ті чи інші питання. Наприклад: «Чому саме Карбон є головним органогенним елементом?»

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Якщо школярі вже добре знайомі з Періодичною системою Менделєєва, яку вони вивчали в курсі хімії, то основною проблемою є розуміння поняття «лабільні атоми» й чому саме вони відіграють у живих організмах головну роль.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має включати перелік елементів, поширених у живій природі, та їхню загальну характеристику.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Якими є основні закономірності розташування елементів у Періодичній системі Д. І. Менделєєва?
- Чим зумовлене надходження елементів у живий організм із навколишнього середовища?
- Які властивості елементів, що переважають у живих організмах, ви знаєте?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

1. До лабільних атомів належать:

- A) S;
- B) Si;
- B) Al;
- Г) Na.

2. До стабільних атомів належать:

- A) S;
- B) P;
- B) Fe;
- Г) Si.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 21

Тема уроку: Макро-, мікро- та ультрамікроелементи. Лабораторна робота № 1. Виявлення катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} у кістковій тканині.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про макро-, мікро- та ультрамікроелементи.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати макро-, мікро- та ультрамікроелементи.

Базові поняття і терміни: макроелементи, мікроелементи, ультрамікроелементи.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	10 хв.
<i>Макро-, мікро- та ультрамікроелементи.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	10 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Якщо елемент міститься в організмі в надзвичайно малих кількостях, то чи можна вважати, що він не відіграє жодної біологічної ролі?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

Хімічні елементи, що містяться у складі живих організмів і виконують біологічні функції, називають біогенними. За кількісним складом елементи, що містяться у живих організмах, поділяють на три групи.

Макроелементи становлять основну масу сухої речовини й беруть участь у побудові органічних сполук та неорганічних речовин у живих організмах, їхні концентрації коливаються від 10 % до 0,001 % маси тіла, це Оксиген, Гідроген, Карбон, Нітроген, Ферум, Фосфор, Сульфур, Калій, Кальцій, Магній, Натрій, Хлор.

Мікроелементи, переважно йони важких металічних елементів, що містяться у складі життєво важливих речовин, в організмах містяться в дуже невеликих кількостях — від 0,001 % до 0,000001 %, це Бор, Кобальт, Купрум, Молибден, Цинк, Йод, Бром, Ванадій.

Концентрація ультрамікроелементів не перевищує 0,000001 %, їхня фізіологічна роль в організмах рослин і тварин остаточно не з'ясована, до цієї групи належать Уран, Радій, Аурум, Меркурій, Берилій, Цезій, Селен та багато інших розсіяних і рідкісних елементів.

Важливість того чи іншого хімічного елемента для живих істот не визначається його кількістю. Мікроелементи містяться у складі важливих сполук і є життєво необхідними.

У живих організмах у найбільших кількостях містяться чотири елементи: Гідроген, Оксиген, Карбон та Нітроген.

Можна зробити висновок про те, що саме ці елементи становлять основи хімічних сполук, що були відібрані в процесі еволюції завдяки їхній особливій пристосованості для процесів життєдіяльності.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Під час вивчення даної теми школярам важко запам'ятати, які елементи належать до макро-, мікро- та ультрамікроелементів. Задля вирішення цієї проблеми слід використовувати на уроці достатню кількість завдань, які б сприяли запам'ятовуванню цих елементів.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити визначення й перелік макро-, мікро- та ультрамікроелементів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести лабораторну роботу № 1 «Виявлення катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} у кістковій тканині» (ЗЛПР, с. 3).

► Запитання для повторення та обговорення

- За яким критерієм елементи поділені на три групи: макроелементи, мікроелементи й ультрамікроелементи?
- Які функції виконують мікроелементи?
- Чому важливість того чи іншого хімічного елемента для живих істот не визначається його кількістю?
- Завдяки яким властивостям органогенні елементи здатні брати участь у тих хімічних сполуках, які становлять основу життя?
- Яку роль відіграють елементи, що містяться у складі живих організмів?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

1. До макроелементів належать:
 - А) Магній;
 - Б) Бор;
 - В) Кобальт;
 - Г) Купрум.
2. До мікроелементів належать:
 - А) Цинк;
 - Б) Гідроген;
 - В) Хлор;
 - Г) Нітроген.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 22

Тема уроку: Потреби біосистем у хімічних елементах. Накопичення хімічних елементів у біосистемах.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про потреби біосистем у хімічних елементах та концентрування елементів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати потреби біосистем у хімічних елементах та концентрування елементів.

Базові поняття і терміни: елементи, концентрування елементів.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Потреби біосистем у хімічних елементах.	
2. Концентрування елементів.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чому при нестачі Йоду в організмі лікарі рекомендують включати до раціону ламінарію?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Потреби біосистем у хімічних елементах.

Потреба біосистем у хімічних елементах велика. З-поміж відомих науці понад 100 хімічних елементів до складу живих організмів входить близько 80, причому тільки щодо 24 із них відомо, які функції в клітині вони виконують. Більшість таких елементів належить до числа легких, їхньою особливістю є здатність вступати в міцні (ковалентні) зв'язки й утворювати безліч різноманітних складних молекул.

Наприклад, у складі клітин людського тіла переважають Оксиген (понад 60 %), Карбон (близько 20 %) і Гідроген (близько 10 %). На Нітроген, Кальцій, Фосфор, Хлор, Калій, Сульфур, Натрій, Магній, разом узяті, припадає близько 5 %. Інші 13 елементів становлять не більше 0,1 %. Схожий елементний склад мають клітини більшості тварин; відрізняються лише клітини рослин і мікроорганізмів.

Навіть ті елементи, які в клітинах містяться у дуже малих кількостях, нічим не можуть бути замінені й конче потрібні для життя. Так, уміст Йоду в клітинах не перевищує 0,01 %. Однак при нестачі його в ґрунті (а через це й у харчових продуктах) уповільнюється ріст і розвиток дітей. Уміст Купруму в клітинах тварин не перевищує 0,0002 %. Утім при нестачі Купруму в ґрунті (а отже й у рослинах) виникають масові захворювання сільськогосподарських тварин.

Окрім води, серед неорганічних речовин, необхідних для життєдіяльності клітини, слід назвати солі, що являють собою йонні сполуки. Вони утворені катіонами Калію, Натрію, Магнію та інших металічних елементів й аніонами хлоридної, карбонатної, сульфатної та ортофосфатної кислот. При дисоціації таких солей у розчинах з'являються катіони (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} та ін.) й аніони (Cl^- , HCO_3^- , HSO_4^- та ін.).

2. Концентрування елементів.

Для живих організмів характерне вибіркове накопичення у ході життєдіяльності певних видів речовини. Виділяють два типи концентрацій хімічних елементів живою речовиною:

а) масове підвищення концентрацій елементів у середовищі, насиченому цими елементами, наприклад, у живій речовині в районах вулканізму багато Сульфур у й Феруму;

б) специфічна концентрація того чи іншого елемента незалежно від середовища.

Живі істоти концентрують у своїх організмах різні хімічні елементи, розсіяні в біосфері. Найактивнішими концентраторами є мікроорганізми. Близько 90 % ґрунтового Нітрогену — це результат «праці» ціанобактерій. З-поміж бактерій одні концентрують Ферум (наприклад, окиснюючи добре розчинний у воді гідрокарбонат до нерозчинного гідроксиду, що накопичується в середовищі їхнього існування), інші — Манган, ще інші — Аргентум. Бактерії здатні збільшувати вміст заліза у 650 тис. разів, Мангану — у 120 тис. разів, Ванадію — у 420 тис. разів. Ця дивовижна здатність

дозволила вченим припустити, що співтовариства бактерій роблять істотний внесок у формування родовищ металів.

Германій і Селен у деяких країнах добувають із рослин. У водорості фукс Титану накопичується в 10 тис. разів більше, ніж у навколишній морській воді. Кожна тонна бурих водоростей містить кілька кілограмів Йоду. Австралійський шовковистий дуб концентрує Алюміній, один із видів американського дуба — Купрум, сосна накопичує Берилій, береза — Стронцій і Барій, модрина — Манган і Ніобій, а черемха, осика та ялиця — Торій. Аурум «збирають» дуб, кукурудза, хвощ, бурі й червоні водорості, а в 1 тонні попелу полину цього коштовного металу може міститися близько 85 г. Молюски концентрують Нікол, восьминоги — Купрум, медузи — Цинк та Алюміній.

Водорості мають здатність вибіркового накопичення мінеральних елементів у таких концентраціях, що в десятки, сотні й тисячі разів перевищують їхню концентрацію у воді. Наприклад, ламінарія здатна накопичувати Йод. Вагрянки, або червоні водорості, є незамінною сировиною для одержання природних желювальних речовин, загусників, стабілізаторів та клею, деякі з них використовують для приготування харчових продуктів. При переробці багрянок одержують драглені подібні продукти — агарі (природні полімери, що обмежено набухають у воді, із яскраво вираженими гідрофобними властивостями й високою желювальною здатністю).

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Проблеми при вивченні цієї теми виникають у зв'язку з недостатньою кількістю прикладів концентраційної функції живої речовини, а тому на уроці слід використати достатню кількість таких прикладів.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити характеристику потреби біосистем у хімічних елементах та приклади концентрації хімічних елементів у живих організмах.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Робота з підручником. Робота в групах*

Вивчення нового матеріалу може бути побудоване не тільки на розповіді вчителя, але й на роботі з текстом підручника, роботі в групах, які обговорюють ті чи інші запитання. Наприклад: «Яку роль відіграє специфічна концентрація того чи іншого елемента незалежно від середовища?»

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Які типи концентрацій хімічних елементів живими організмами ви знаєте?
- Які організми є найактивнішими концентраторами хімічних елементів?
- Чи можуть бактерії робити істотний внесок у формування родовищ металів?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестів у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

1. Австралійський шовковистий дуб концентрує:
А) Алюміній;
Б) Купрум;
В) Барій;
Г) Манган.
2. Ламінарія накопичує:
А) Алюміній;
Б) Купрум;
В) Барій;
Г) Йод.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 23

Тема уроку: Поняття про елементози. Ендемічні хвороби.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про елементози та ендемічні хвороби.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати ендемічні хвороби.

Базові поняття і терміни: елементози та ендемічні хвороби.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Елементози. Дефіцит мінеральних речовин в організмі.
2. Ендемічні хвороби.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів.....	5 хв.
Домашнє завдання.....	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Як ви думаєте, що відбуватиметься при нестачі або відсутності в їжі якого-небудь мікро- або макроелемента?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Елементози. Дефіцит мінеральних речовин в організмі.

Багато елементів є важливими для життєдіяльності організму. Речовини, у яких вони містяться, — це незамінна частина харчового раціону. Дефіцит або надлишок тих чи інших елементів називають елементозами. Елементози є причиною порушення обміну речовин і розвиток захворювань.

До причин недостатності мінеральних солей в організмі належать:

- дефіцит продуктів, багатих на мінеральні речовини, у харчуванні;
- одноманітне харчування з переважним включенням у раціон одних продуктів на шкоду іншим;
- зміни мінерального складу харчових продуктів, зумовлені хімічним складом землі й води окремих географічних районів.

До причин недостатності мінеральних солей в організмі належить і незбалансоване харчування. Наприклад, установлено, що надлишок або дефіцит у раціоні білків, жирів, вуглеводів і вітамінів порушує засвоєння мінеральних солей навіть при їхньому нормальному вмісті в їжі. Має значення також збалансованість у харчуванні самих мінеральних речовин. Так, засвоєння Кальцію погіршується при надлишку в їжі жирів, Фосфору, Магнію й нестачі білків та вітаміну D.

Захворювання, пов'язані з дефіцитом мінеральних речовин у харчуванні, зумовлені відсутністю в їжі необхідної кількості елементів.

2. Ендемічні хвороби.

Установлено, що мінеральний склад ґрунту, води й рослин впливає на стан здоров'я людей, які проживають у певній місцевості, тому не випадково існують так звані ендемічні захворювання, поширені на даній географічній території, пов'язані з нестачею або надлишком мінеральних солей у харчуванні (ендемічний зоб, карієс зубів, гіпертонічна хвороба тощо).

Дуже часто люди зіштовхуються з нестачею Йоду. До причин йододефіциту належить зниження вмісту Йоду в їжі та питній воді, особливо тієї, джерела якої перебувають у глибині континентів та в гірських місцевостях, тобто в географічних районах, віддалених від морів і океанів. Йодну недостатність підсилюють нестача в харчуванні білків, вітамінів С і D, Купруму, Молібдену, надлишок жирів і Флуору, переважно вуглеводне харчування.

Прояви дефіциту Йоду в організмі дуже різноманітні й пов'язані з порушенням утворення гормонів щитовидної залози, яка збільшується в розмірах, унаслідок чого формується зоб. Особливо чутливі до нестачі Йоду діти шкільного віку, у яких пригнічення функції щитовидної залози сповільнює фізичний і розумовий розвиток.

Тривалий дефіцит в організмі Йоду спричинює порушення багатьох функцій організму, зокрема тих, що стосуються захисту від інфекцій, терморегуляції, адаптації до фізичних навантажень, зниження пам'яті, розумової діяльності, багатьох видів обміну речовин.

До способів профілактики йододефіциту належать йодоване харчування людей (продукти, багаті на Йод, препарати йодистого калію), йодування кухонної солі, молока, вершкового масла, яєць, хліба, круп.

Існують захворювання, пов'язані з нестачею Флуору. Їхньою причиною є малий вміст Флуору в продуктах, особливо в питній воді. Прояви — ушкодження емалі зубів (карієс). Профілактика — фторування води шляхом додавання сполук Флуору.

Причинами нестачі Кальцію може стати дефіцит Кальцію в харчових продуктах, незбалансоване харчування (нестача й надлишок жирів; надлишок Калію, Магнію, Фосфору; нестача білків та вітаміну D у їжі), алергічні й запальні захворювання. Проявами нестачі Кальцію є погіршення діяльності серцевого м'яза, зниження м'язового тону, судоми. Тривала нестача Кальцію в їжі призводить до порушень кісткоутворення, унаслідок чого в дітей розвивається рахіт, а в дорослих — розм'якшення кісток. Зростає ризик переломів кісток. Лікування полягає в уживанні молочних продуктів та препаратів Кальцію (глюконату кальцію).

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями. Під час вивчення даної теми слід пояснити поняття «ендемічний», оскільки школярі досить часто вживають це слово, не розуміючи його значення.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має включати визначення ендемічних захворювань, приклади ендемічних захворювань та способи їхньої профілактики.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

- ① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки можуть бути пов'язані з незнанням назв ендемічних захворювань та особливостями їхньої профілактики.

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Які захворювання називають ендемічними?
- Які способи профілактики ендемічних захворювань ви знаєте?
- Які ендемічні захворювання зустрічаються найчастіше?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

До способів профілактики йододефіциту належить:

- А) включення у раціон їжі, багатой на білки;
- Б) йодування кухонної солі;
- В) хлорування води;
- Г) включення у раціон їжі, багатой на вітаміни.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 24

Тема уроку: Єдність елементного складу різних біосистем.

Мета уроку: узагальнити знання учнів про єдність елементного складу різних біосистем.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють узагальнити знання учнів про єдність елементного складу різних біосистем.

Базові поняття і терміни: елементи, біосистеми.

Тип уроку: урок узагальнення знань.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	33 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Запитання для узагальнення, систематизації і контролю знань і вмінь учнів**

1. Які методи дають змогу вивчати молекулярний рівень живого?
2. Які досягнення молекулярної біології вам відомі?
3. Чим відрізняється елементний склад організмів від неживої природи?
4. Завдяки яким властивостям органогенні елементи здатні брати участь у тих хімічних сполуках, які становлять основу життя?
5. Які основні закономірності розташування елементів у Періодичній системі Д. І. Менделєєва ви знаєте?
6. За яким критерієм елементи поділені на три групи: макроелементи, мікроелементи й ультрамікроелементи?
7. Чому важливість того чи іншого хімічного елемента для живих істот не визначається його кількістю?
8. Які організми є найактивнішими концентраторами хімічних елементів?

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема 4. Неорганічні речовини живих організмів (12 годин)

Вивчаючи цю тему, учні дізнаються:

- про представників класів неорганічних сполук, що входять до складу біосистем;
- гідрофільні, гідрофобні та амфіфільні сполуки живих систем;
- значення води для біосистем різного рівня організації життя.

Вивчаючи цю тему, учні навчаються:

- описувати біологічні функції окремих представників класів неорганічних сполук;
- характеризувати біологічні функції речовин, що належать до різних класів неорганічних сполук;
- обґрунтовувати залежність біологічних функцій води від структури молекул та фізико-хімічних властивостей.

УРОК № 25

Тема уроку: **Різноманітність неорганічних сполук у складі живої природи. Основні класи неорганічних сполук та їхні представники.**

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про різноманітність неорганічних сполук у складі живої природи та основні класи неорганічних сполук.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати різноманітність неорганічних сполук у складі живої природи, основні класи неорганічних сполук та їхніх представників.

Базові поняття і терміни: оксиди, кислоти, основи, солі.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. *Різноманітність неорганічних сполук у складі живої природи.*

2. *Основні класи неорганічних сполук та їхні представники.*

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.

Самостійна робота учнів 5 хв.
Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чим органічні сполуки відрізняються від неорганічних? За яким критерієм речовини поділили на органічні та неорганічні?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. *Різноманітність неорганічних сполук у складі живої природи.*

Неорганічна речовина, або неорганічна сполука, — це хімічна сполука, що не є органічною, тобто вона не містить Карбону (крім карбідів, ціанідів, карбонатів, оксидів Карбону та деяких інших сполук, які традиційно відносять до неорганічних). Неорганічні сполуки не мають характерного для органічних сполук карбонового кістяка.

Отже, до неорганічних сполук належать сполуки всіх хімічних елементів, за винятком більшості сполук Карбону.

До складу живої природи входить безліч неорганічних сполук, які виконують важливі біологічні функції. До них належать й основні класи неорганічних сполук — кислоти, основи та солі.

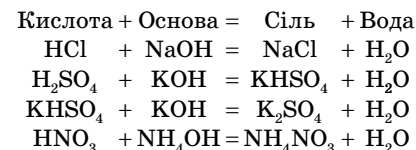
2. *Основні класи неорганічних сполук та їхні представники.*

Речовини, що належать до якого-небудь одного класу, мають спільні схожі хімічні властивості.

Кислотами називаються сполуки, які у воді дисоціюють із вивільненням йонів Гідрогену (H^+). Ці йони визначають характерні властивості сильних кислот: кислий смак і здатність взаємодії з основами.

Основи — це речовини, які у воді дисоціюють із вивільненням гідроксид-іонів (OH^-).

Солями називають йонні сполуки, що утворюються при взаємодії кислот і основ:



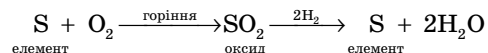
Оксиди — це сполуки хімічного елемента з Оксигеном, у якому сам Оксиген зв'язаний тільки з менш електронегативним елементом. Хімічний елемент Оксиген за електронегативністю другий після Флуору, тому

до оксидів належать майже всі сполуки хімічних елементів з Оксигеном. Винятком є, наприклад, оксиген дифлуорид OF_2 .

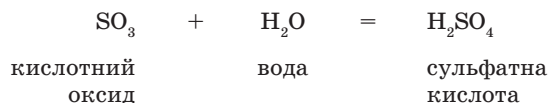
Пригадайте формули оксидів.

SO_2	SO_3	CO_2	CaO	Fe_2O_3
сульфур(IV) оксид	сульфур(VI) оксид	карбон(IV) оксид	кальцій оксид	ферум(III) оксид

Оксиди мають спільні хімічні властивості. Усі оксиди можна одержати при взаємодії елементів з киснем. А з будь-якого оксиду можна отримати елемент у чистому вигляді за допомогою реакції цього оксиду з Гідрогеном або іншим відновником.

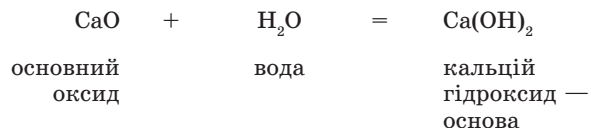


Є оксиди кислотні й оксиди основні. Кислотні оксиди здатні перетворюватися на кислоти.



Кислотні оксиди утворюються (за рідкісним винятком) з неметалічних елементів.

Основні оксиди здатні перетворюватися на основи. Вони утворені металічними елементами.



Кислоти та основи, що утворюються з оксидів, є самостійними класами сполук.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Цю тему вивчають також у курсі хімії. Основні проблеми виникають тільки в тому разі, якщо учні погано засвоїли курс хімії або якщо його викладають у недостатньому обсязі.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити загальні характеристики основних класів неорганічних сполук та їхніх представників.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки можуть бути пов'язані з нерозумінням відмінностей органічних і неорганічних сполук та недостатністю знань про основні класи неорганічних сполук.

► Запитання для повторення та обговорення

- Чим кислоти відрізняються від основ?
- Які сполуки дисоціюють у воді з вивільненням йонів Гідрогену (H^+)?
- Які йони визначають характерні властивості сильних кислот?
- Які сполуки дисоціюють у воді з вивільненням гідроксид-іонів (OH^-)?
- Які сполуки називають солями?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Неорганічні сполуки відрізняються від органічних тим, що вони:

- А) не містять Нітрогену;
- Б) не мають карбонового кістяка;
- В) не містять Оксигену;
- Г) не містяться в живих організмах.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 26

Тема уроку: Оксиди — класифікація, номенклатура, способи одержання, властивості, застосування.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про оксиди, їхню класифікацію, номенклатуру, способи одержання, властивості та застосування.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати класифікацію, номенклатуру, способи одержання, властивості та застосування оксидів.

Базові поняття і терміни: оксиди, класифікація оксидів, номенклатура оксидів.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Класифікація та номенклатура оксидів.	
2. Властивості оксидів.	
3. Способи застосування й одержання оксидів.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення проблемної ситуації

Як ви вважаєте, за якими ознаками слід класифікувати оксиди?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Класифікація та номенклатура оксидів.

Оксиди — це складні речовини, що утворені з двох хімічних елементів, один із яких Оксиген, зі ступенем окиснення -2 . Лише один хімічний елемент — Флуор, з'єднуючись із Оксигеном, утворює не оксид, а оксиген дифлуорид OF_2 .

Приклади оксидів

Формула	Назва	Формула	Назва
CO	карбон(II) оксид	Fe_2O_3	ферум(III) оксид
NO	нітроген(II) оксид	CrO_3	хром(VI) оксид
N_2O_5	нітроген(V) оксид	Mn_2O_7	манган(VII) оксид

Оксиди можуть бути основними, амфотерними, кислотними та несо-летворними.

Основним оксидам відповідають основи, кислотним оксидам — кис-лоти.

До основних оксидів належать оксиди металічних елементів головних підгруп I—II груп, а також металічні елементи побічних підгруп зі ступе-нем окиснення $+1$ і $+2$ (крім Цинку й Берилію).

До кислотних оксидів належать оксиди неметалічних елементів, окрім несолетворних, а також оксиди металічних елементів побічних під-груп зі ступенем окиснення від $+5$ до $+7$ (CrO_3 — хром(VI) оксид, Mn_2O_7 — манган(VII) оксид). Основні оксиди реагують із кислотами, кислотні — з основами.

Амфотерні оксиди реагують як з кислотами, так і з основами. До амфотерних оксидів належать оксиди металічних елементів головних і побічних підгруп зі ступенем окиснення $+3$, іноді $+4$, а також Цинк і Берилій. Тобто характер властивостей оксидів у першу чергу залежить від ступеня окиснення.

Згідно з номенклатурою, оксиди називають словом «оксид», перед яким йде найменування хімічного елемента в назівному відмінку, наприклад: Na_2O — натрій оксид, Al_2O_3 — алюміній оксид. Якщо елемент має змінний ступінь окиснення, то в назві оксиду зазначається його ступінь окиснення римською цифрою в дужках одразу після назви (без пробілу). Наприклад, Cu_2O — купрум(I) оксид, CuO — купрум(II) оксид, FeO — ферум(II) оксид, Fe_2O_3 — ферум(III) оксид, Cl_2O_7 — хлор(VII) оксид.

Також поширені історично сформовані (тривіальні) назви оксидів, на-приклад чадний газ CO тощо.

2. Властивості оксидів.

Про властивості оксидів можна розповісти, користуючись таблицею «Властивості оксидів».

Властивості оксидів

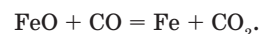
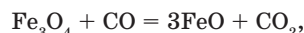
Основні оксиди	Амфотерні оксиди	Кислотні оксиди
Реагують із надлиш-ком кислоти з утво-ренням солі та води. Основним оксидам відповідають основи. Взаємодія з водою (оксиди лужних і лужноземельних металічних елемен-тів.) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$.	Амфотерні (ZnO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 , MnO_2). Взаємодіють як з кислотами, так і з основами: $\text{ZnO} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{ZnO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]$. Реагують з осно-вними й кислотними оксидами: $\text{ZnO} + \text{CaO} = \text{CaZnO}_2$ $\text{ZnO} + \text{SiO}_2 = \text{ZnSiO}_3$.	Реагують із над-лишком лугу з утворенням солі й води. Кислотним окси-дам часто відпові-дають кислоти. Більшість взаємо-діють із водою: $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$; з лугами: $\text{NaOH} + \text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;

Закінчення таблиці

Основні оксиди	Амфотерні оксиди	Кислотні оксиди
<p>2. Усі реагують із кислотами:</p> $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O};$ <p>з кислотними оксидами:</p> $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3;$ <p>з амфотерними оксидами:</p> $\text{Li}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3 = 2\text{LiAlO}_2$		<p>з основними оксидами:</p> $\text{SiO}_2 + \text{CaO} = \text{CaSiO}_3;$ <p>з амфотерними оксидами:</p> $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3.$

3. Способи застосування й одержання оксидів.

Найважливішим застосуванням оксидів металічних елементів є їхнє відновлення. Наприклад, у доменній печі відбувається відновлення оксидів Феруму з утворенням металевого заліза:



Завдяки нерозчинності й міцності хром(III) оксиду, його використовують і в поліграфічних фарбах (наприклад, для фарбування грошових купюр). Узагалі, оксиди багатьох металічних елементів застосовують як пігменти для найрізноманітніших фарб, хоча це — далеко не єдине їхнє застосування.

Деякі оксиди не розчиняються у воді, але чимало з них вступають із водою в реакції сполучення:



Як наслідок, часто одержують корисні сполуки. Наприклад, H_2SO_4 — сульфатна кислота, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — гашене вапно, тощо.

Якщо оксиди нерозчинні у воді, то цю властивість можна використувати. Наприклад, оксид Цинку ZnO — речовина білого кольору, тому її використовують для приготування білої олійної фарби (цинкові білила). Оскільки ZnO майже нерозчинний у воді, то цинковим білилом можна фарбувати будь-які поверхні, зокрема й ті, що зазнають впливу атмосферних опадів. Нерозчинність і неотруйність дозволяють використовувати цей оксид при виготовленні косметичних кремів, пудри.

Цінні властивості має титан(IV) оксид — TiO_2 . Він має гарний білий колір і застосовується при виготовленні титанового білила. TiO_2 не

розчиняється не тільки у воді, але й у кислотах, тому покриття із цього оксиду дуже стійкі. Цей оксид додають у пластмасу для надання їй білого кольору. Він входить до складу емалей для металевого й керамічного посуду.

Хром(III) Оксид — Cr_2O_3 — дуже міцні кристали темно-зеленого кольору, нерозчинні у воді. Cr_2O_3 використовують як пігмент (фарбу) при виготовленні декоративного зеленого скла й кераміки.

Про одержання оксидів можна розповісти, користуючись таблицею «Одержання оксидів».

Одержання оксидів

Окиснення киснем	простих речовин	$2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$
	складних речовин	$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$
Розкладання	нагріванням солей	$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$
	нагріванням основ	$\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
	нагріванням оксигеновмісних кислот	$\text{H}_2\text{SO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$
	нагріванням вищих оксидів	$4\text{CrO}_3 = \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{O}_2 \uparrow$
Окиснення нижчих оксидів	$4\text{FeO} + \text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3$	
Витіснення леткого оксиду менш летким	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$	

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника, таблиці.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Проблеми, що виникають під час вивчення цієї теми, можуть бути пов'язані з труднощами засвоєння номенклатури оксидів, способами їхнього одержання. При закріпленні матеріалу в процесі виконання тих чи інших завдань слід з'ясувати ступінь розуміння нового матеріалу, у разі потреби пояснити його ще раз.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити класифікацію оксидів, короткий перелік їхніх властивостей та способів отримання оксидів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

- ① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Можливі помилки пов'язані з тим, що учні погано розуміють відмінності між основними, амфотерними й кислотними оксидами або не вміють користуватися номенклатурою оксидів.

► Запитання для повторення та обговорення

- У чому полягають особливості оксидів?
- Як класифікують оксиди?
- Які властивості характерні для оксидів?
- У чому особливості одержання оксидів?
- Які ви знаєте приклади застосування оксидів?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Установіть відповідність між формулами та назвами оксидів.

- | | |
|----------------------------|---------------------|
| 1. Na_2O | А. Купрум(II) оксид |
| 2. Al_2O_3 | Б. Ферум(II) оксид |
| 3. Cu_2O | В. Купрум(I) оксид |
| 4. FeO | Г. Алюміній оксид |
| | Д. Натрій оксид |

Відповідь: 1 — Д, 2 — Г, 3 — В, 4 — Б.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 27

Тема уроку: Основи, їхній склад і назви. Нерозчинні основи та луги, їхні хімічні властивості. Амфотерні гідроксиди, їхні властивості.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про основи, їхній склад та властивості.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати основи, їхній склад та властивості.

Базові поняття і терміни: основи, луги, амфотерні гідроксиди.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Основи, їхній склад і назви.

2. Нерозчинні основи та луги, їхні хімічні властивості. Амфотерні гідроксиди, їхні властивості.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.
Самостійна робота учнів 5 хв.
Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Які сполуки дисоціюють у водному розчині з утворенням катіонів та аніонів OH^- ?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Основи, їхній склад і назви.

Основи (основні гідроксиди) — це речовини, молекули яких складаються з йонів металічних елементів або йона амонію та однієї або кількох гідроксильних груп. У водному розчині основи дисоціюють з утворенням катіонів та аніонів OH^- .

Назва основи зазвичай складається з двох слів: «металічний елемент/гідроксид». Основи, що добре розчиняються у воді, називаються лугами.

Згідно з іншим визначенням, основи — один з основних класів хімічних сполук, речовини, молекули яких є акцепторами протонів.

Пригадайте назви й формули основ.

Формула	Назва	Формула	Назва
LiOH	літій гідроксид	Ca(OH) ₂	кальцій гідроксид
NaOH	натрій гідроксид	Cu(OH) ₂	купрум(II) гідроксид
KOH	калій гідроксид	Fe(OH) ₂	ферум(III) гідроксид

2. Нерозчинні основи та луги, їхні хімічні властивості. Амфотерні гідроксиди, їхні властивості.

Основи бувають розчинними й нерозчинними. Розчинні основи називаються лугами. Розчини лугів слизькі на дотик («мильні») і досить їдкі. Вони роз'їдають шкіру, тканини, папір, дуже небезпечні при потраплянні в очі. Працюючи з лугами й кислотами, слід користуватися захисними окулярами.

До лугів належать гідроксиди лужних і лужноземельних металічних елементів: LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, Ca(OH)₂, Sr(OH)₂, Ba(OH)₂.

Більшість основ у воді нерозчинні. Це, наприклад, Cu(OH)₂ — купрум(II) гідроксид, Fe(OH)₃ — ферум(III) гідроксид та багато інших. Такі основи лугами не називають.

До нерозчинних основ відносять так звані амфотерні гідроксиди, які при взаємодії з кислотами виступають як основи, а з лугами — як кислоти.

Хімічні властивості основ пов'язані з їхньою здатністю віддавати іншим сполукам гідрокси-групу. Хімічні властивості основ можна повторити, користуючись таблицею.

Хімічні властивості основ

Луги	Нерозчинні основи
1. Взаємодія з кислотами	
KOH + HCl = KCl + H ₂ O	Cu(OH) ₂ + 2HCl = CuCl ₂ + 2H ₂ O
2. Взаємодія з кислотними оксидами	
2KOH + CO ₂ = K ₂ CO ₃ + H ₂ O	Не характерні
3. Дія індикаторів	
Лакмус стає синім, фенолфталеїн — малиновим	Забарвлення не змінюється

Закінчення таблиці

Луги	Нерозчинні основи
4. Взаємодія з амфотерними оксидами	
2KOH + ZnO = K ₂ ZnO ₂ + H ₂ O	Не реагують
5. Взаємодія із солями, якщо утворюється малорозчинна сіль або малорозчинна основа	
NaOH + CuCl ₂ = Cu(OH) ₂ + 2NaCl	Не реагують
6. Реакції на нагрівання	
Не розкладаються (крім LiOH)	Cu(OH) ₂ = CuO + H ₂ O

Амфотерні гідроксиди (Al(OH) ₃ , Zn(OH) ₂ , Be(OH) ₂ , Fe(OH) ₃) та інші	
Взаємодіють із кислотами Zn(OH) ₂ + 2HCl = ZnCl ₂ + 2H ₂ O	Взаємодіють із лугами Al(OH) ₃ + NaOH = Na[Al(OH) ₄]

Про отримання основ можна розповісти, користуючись таблицею «Одержання основ».

Одержання основ

Луги	1. Металічний елемент + вода	2Na + H ₂ O = 2NaOH + H ₂ ↑ Ba + 2H ₂ O = Ba(OH) ₂ + H ₂ ↑
	2. Оксид + вода	Li ₂ O + H ₂ O = 2LiOH CaO + H ₂ O = Ca(OH) ₂
	3. Електроліз розчинів лужних металічних елементів	2NaCl + 2H ₂ O = 2NaOH + Cl ₂ + H ₂ ↑
Нерозчинні основи	Сіль + луг	CuSO ₄ + 2NaOH = Cu(OH) ₂ + Na ₂ SO ₄

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Проблеми, що виникають під час вивчення цієї теми, можуть бути пов'язані з нерозумінням відмінностей нерозчинних основ і лугів та з не-вмінням пояснювати хімічні властивості основ.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити визначення основ, назви основ та перелік їхніх властивостей.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

- ① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Найчастіше помилки пов'язані з написанням формул і рівнянь реакцій, що демонструють хімічні властивості основ.

► Запитання для повторення та обговорення

- У чому полягають особливості основ?
- Як класифікують основи?
- Як одержують основи?
- Які ви знаєте приклади застосування основ?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Установіть відповідність між формулами та назвами сполук.

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1. NaOH | А. Натрій гідроксид |
| 2. KOH | Б. Калій гідроксид |
| 3. Ca(OH) ₂ | В. Кальцій гідроксид |
| 4. Ba(OH) ₂ | Г. Барій гідроксид |
| | Д. Ферум(III) гідроксид |

Відповідь: 1 — А, 2 — Б, 3 — В, 4 — Г.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 28

Тема уроку: Кислоти, їхній склад і назви, класифікація кислот. Фізичні та хімічні властивості, способи одержання кислот. Дія кислот і лугів на індикатори.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про кислоти, їхній склад та властивості.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малярки, що дозволяють ілюструвати склад і властивості кислот.

Базові поняття і терміни: кислоти, луги, індикатори.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Кислоти, їхній склад і назви, класифікація кислот.

2. Фізичні та хімічні властивості, способи одержання кислот.

3. Дія кислот і лугів на індикатори.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.

Самостійна робота учнів 5 хв.

Домашнє завдання 1–2 хв.

Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чому слова «кислота» і «кислий» мають спільний корінь?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Кислоти, їхній склад і назви, класифікація кислот.

Усі кислоти, незалежно від їхнього походження, об'єднує спільна властивість — у їхньому складі містяться реакційноздатні атоми Гідрогену. Кислота — це складна речовина, у молекулі якої є один або кілька атомів Гідрогену та кислотний залишок.

Нагадати школярам формули й назви кислот можна за допомогою таблиці «Кислоти».

Кислоти

Формула кислоти	Назва кислоти
HCl	Хлоридна
HF	Фторидна
HI	Йодидна
HBr	Бромідна
HNO ₂	Нітритна
HNO ₃	Нітратна
H ₂ S	Сульфідна
H ₂ SO ₃	Сульфитна
H ₂ SO ₄	Сульфатна
H ₂ CO ₃	Карбонатна
H ₂ SiO ₃	Силікатна
H ₃ PO ₄	Ортофосфатна

Кислоти класифікують за наявністю або відсутністю Оксигену в молекулі й за числом атомів Гідрогену.

За наявністю або відсутністю Оксигену кислоти ділять на оксигеновмісні й безоксигенові. Розповісти про них можна за допомогою таблиці «Класифікація кислот за наявністю Оксигену».

Класифікація кислот за наявністю Оксигену

Оксигеновмісні кислоти	Безоксигенові кислоти
H ₂ SO ₄ — сульфатна; H ₂ SO ₃ — сульфитна; HNO ₃ — нітратна; H ₃ PO ₄ — ортофосфатна; H ₂ CO ₃ — карбонатна; H ₂ SiO ₃ — силікатна	HF — фторидна; HCl — хлоридна; HBr — бромідна; HI — йодидна; H ₂ S — сульфідна

За кількістю атомів Гідрогену, здатних замінюватися на метал, усі кислоти діляться на одноосновні (з одним атомом Гідрогену), двоосновні (з 2 атомами H) і трьохосновні (з 3 атомами H).

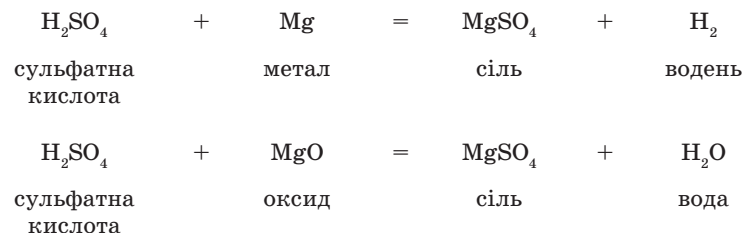
Розповісти про них можна за допомогою таблиці «Класифікація кислот за числом атомів Гідрогену».

Класифікація кислот за числом атомів Гідрогену

Одноосновні	Двоосновні	Трьохосновні
HNO ₃ — нітратна; HF — фторидна; HCl — хлоридна; HBr — бромідна; HI — йодидна	H ₂ SO ₄ — сульфатна; H ₂ SO ₃ — сульфитна; H ₂ S — сульфідна; H ₂ CO ₃ — карбонатна; H ₂ SiO ₃ — силікатна	H ₃ PO ₄ — ортофосфатна

2. Фізичні та хімічні властивості, способи одержання кислот.

Властивості кислот визначаються тим, що вони здатні замінювати у своїх молекулах атоми Гідрогену на атоми металічних елементів. Наприклад:



За реакційною здатністю щодо кислот усі метали розташовуються у ряд активності металів. Ліворуч у цьому ряді перебувають найбільш активні метали, праворуч — неактивні. Чим лівіше перебуває метал у ряді активності, тим інтенсивніше він взаємодіє з кислотами.

Ряд активності металів

Метали, які витісняють водень із кислот	Метали, які не витісняють водень із кислот
Li K Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Ni Sn Pb (H) Найактивніші метали	Cu Hg Ag Pt Au Найменш активні метали

Кислота повинна бути досить сильною, щоб реагувати навіть із металом з лівої частини таблиці. Під силою кислоти мають на увазі її здатність віддавати йони Гідрогену H⁺. Наприклад, кислоти рослин (яблучна, лимонна, щавлева тощо) є слабкими кислотами й дуже повільно реагують із такими металами, як цинк, хром, залізо, нікель, олово, свинець (хоча з основами й оксидами металічних елементів вони здатні реагувати).

Сильні кислоти — сульфатна або хлоридна — здатні реагувати з усіма металами з лівої частини таблиці.

З огляду на це з'явилася класифікація кислот — за силою. Розповісти про це можна, користуючись таблицею «Класифікація кислот за силою».

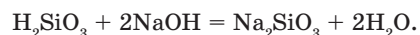
Класифікація кислот за силою

Сильні кислоти	Слабкі кислоти
HI — йодидна; HBr — бромідна; HCl — хлоридна; H_2SO_4 — сульфатна; HNO_3 — нітратна	HF — фторидна; H_3PO_4 — ортофосфатна; H_2SO_3 — сульфитна; H_2S — сульфідна; H_2CO_3 — карбонатна; H_2SiO_3 — силікатна

Кислоти взаємодіють із основами. Ця реакція називається реакцією нейтралізації. Кислота реагує з основою з утворенням солі, у якій завжди в незмінному вигляді є кислотний залишок. Другий продукт реакції нейтралізації — вода. Наприклад:

кислота		основа		сіль		вода
H_2SO_4	+	Ca(OH)_2	=	CaSO_4	+	$2\text{H}_2\text{O}$
H_3PO_4	+	Fe(OH)_3	=	FePO_4	+	$3\text{H}_2\text{O}$
$2\text{H}_3\text{PO}_4$	+	3Ca(OH)_2	=	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	+	$6\text{H}_2\text{O}$

Для реакцій нейтралізації достатньо, щоби хоча б одна з речовин, які реагують, була розчинною у воді. А оскільки майже всі кислоти розчинні у воді, то вони вступають у реакції нейтралізації не тільки з розчинними, але й з нерозчинними основами. Винятком є силікатна кислота, яка погано розчиняється у воді й тому може реагувати тільки з розчинними основами — такими як NaOH і KOH :



З основними оксидами кислоти також вступають у реакції нейтралізації:

Кислота		оксид		сіль		вода
2HCl	+	CaO	=	CaCl_2	+	H_2O
$2\text{H}_3\text{PO}_4$	+	Fe_2O_3	=	2FePO_4	+	$3\text{H}_2\text{O}$

Як і у випадку реакцій з основами, з основними оксидами кислоти утворюють сіль і воду.

Про одержання кислот можна розповісти, користуючись таблицею «Одержання кислот».

Отримання кислот

Оксигено-вмісні	1. Кислотний оксид + вода	$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$
	2. Метал + сильний окисник	$\text{P} + 5\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}$
	3. Сіль + менш летка кислота	$\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{HNO}_3 \uparrow + \text{NaHSO}_4$
Безоксигенові	1. Водень + неметал	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$
	2. Сіль + менш летка кислота	$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{HCl} \uparrow + \text{NaHSO}_4$

3. Дія кислот і лугів на індикатори.

Майже всі кислоти, крім силікатної, добре розчиняються у воді. Розчини кислот у воді змінюють колір спеціальних речовин — індикаторів. За кольором індикаторів визначають наявність кислоти. Індикатор лакмус забарвлюється розчинами кислот у червоний колір, індикатор метиловий оранжевий — також у червоний.

Індикатори — це речовини зі складною будовою. У розчинах основ і в нейтральних розчинах вони мають інше забарвлення, ніж у розчинах кислот. Розповісти про це можна, користуючись таблицею «Забарвлення індикаторів у розчинах лугів та кислот».

Забарвлення індикаторів у розчинах лугів та кислот

Назва індикатора	Колір індикатора в розчинах		
	кислих	нейтральних	лужних
Лакмус	Червоний	Фіолетовий	Синій
Фенолфталеїн	Безбарвний	Блідо-рожевий	Малиновий
Метилоранж	Червоний	Жовтогарячий	Жовтий

Для прояву забарвлення досить додати в досліджуваний розчин лише 1–2 краплі 0,1% -го розчину індикатора.

► Робота в групах. Робота з підручником

Вивчення нового матеріалу може бути побудоване не тільки на розповіді вчителя, але й на роботі з текстом підручника, роботі в групах, які обговорюють ті чи інші запитання. Наприклад: «Як пов'язані властивості кислот з особливостями їхньої будови?»

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Основні проблеми пов'язані з великим обсягом матеріалу, який потрібно повторити із курсу хімії.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має містити визначення кислот, їхні формули та назви, короткий перелік їхніх хімічних властивостей.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Основні помилки пов'язані з неправильним написанням формул та рівнянь реакцій.

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Які особливості характерні для кислот?
- Як склад кислот пов'язаний з їхніми хімічними властивостями?
- У чому особливості одержання кислот?
- Як кислоти й луги діють на індикатори?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Установіть відповідність між формулою та назвою сполуки.

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1. H_2SO_4 | А. Сульфатна кислота |
| 2. H_2SO_3 | Б. Сульфітна кислота |
| 3. HNO_3 | В. Нітратна кислота |
| 4. H_3PO_4 | Г. Ортофосфатна кислота |
| | Д. Силікатна кислота |

Відповідь: 1 — А, 2 — Б, 3 — В, 4 — Г.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 29

Тема уроку: Солі, їхній склад і назви, класифікація солей. Фізичні та хімічні властивості, способи отримання солей. Генетичний зв'язок між оксидами, основами, кислотами й солями. Лабораторна робота № 3. Якісні реакції на нітрати й нітри.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про солі, їхній склад та властивості.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати солі, склад солей, властивості солей.

Базові поняття і терміни: основи, кислоти, солі.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Солі, їхній склад і назви, класифікація солей.
2. Фізичні та хімічні властивості, способи отримання солей.
3. Генетичний зв'язок між оксидами, основами, кислотами й солями.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 18 хв.
Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► **Обговорення запитання**

Що ви пам'ятаєте про склад солей? У результаті яких реакцій можуть утворюватися солі?

Вивчення нового матеріалу

► **Розповідь учителя з елементами бесіди**

1. Солі, їхній склад і назви, класифікація солей.
Солі — це складні речовини, утворені з атомів металічних елементів (іноді входить Гідроген) і кислотних залишків.

Про назви солей можна розповісти, користуючись таблицею «Солі».

Солі

Кислотний залишок (аніон)	Назва солі
Cl^-	Хлорид
F^-	Флуорид
NO_3^-	Нітрат
NO_2^-	Нітрит
S^{2-}	Сульфід
SO_3^{2-}	Сульфіт
SO_4^{2-}	Сульфат
CO_3^{2-}	Карбонат
SiO_3^{2-}	Силікат
PO_4^{3-}	Ортофосфат
CN^-	Ціанід
ClO^-	Гіпохлорит
ClO_2^-	Хлорит
ClO_3^-	Хлорат
ClO_4^-	Перхлорат

Хіміки домовилися про те, що коли металічний елемент має змінну валентність, то її позначають після хімічного елемента римською цифрою, узятою в дужки. Наприклад, CuSO_4 — купрум(II) сульфат.

2. Фізичні та хімічні властивості, способи одержання солей.

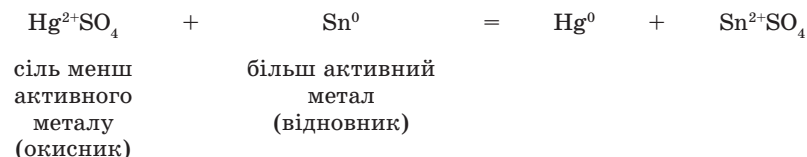
Найпоширеніші реакції солей — реакції обміну й окисно-відновні реакції.

Окисно-відновні реакції солей. Оскільки солі складаються з йонів металічного елемента й кислотного залишку, їхні окисно-відновні реакції

умовно можна поділити на дві групи: реакції за рахунок йона металічного елемента та реакції за рахунок кислотного залишку, якщо в цьому кислотному залишку який-небудь атом здатний змінювати ступінь окиснення.

Реакції за рахунок йона металічного елемента. Оскільки в солях міститься йон металічного елемента з позитивним ступенем окиснення, то вони можуть брати участь в окисно-відновних реакціях, де йон металічного елемента відіграє роль окисника. Відновником найчастіше служить який-небудь інший (більш активний) метал.

Наприклад:



Більш активні метали здатні витіснити інші метали з їхніх солей. Метали, що перебувають у ряді активності лівіше, є більш активними.

Реакції за рахунок кислотного залишку. У кислотних залишках часто є атоми, які здатні змінювати ступінь окиснення. Звідси — численні окисно-відновні реакції солей з такими кислотними залишками.

Обмінні реакції солей можуть відбуватися тоді, коли солі реагують із кислотами, з лугами, з іншими солями. При проведенні обмінних реакцій використовують розчини солей. Загальною вимогою для таких реакцій є утворення малорозчинного продукту, який видаляється з розчину у вигляді осаду. Наприклад:



Але якщо хоча б один продукт таких обмінних реакцій не видаляється зі сфери реакції у вигляді осаду (іноді — у вигляді газу), то при змішуванні розчинів утворюється тільки суміш йонів, на які при розчиненні розкладаються вихідна сіль та реагент. Обмінна реакція відбутися не може.

Про способи одержання солей можна розповісти, користуючись таблицею «Одержання солей».

Одержання солей

1. З використанням металів	Метал + неметал	$2\text{Mg} + \text{Cl}_2 = \text{MgCl}_2$
	Метал + кислота	$\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
	Метал + сіль	$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

Закінчення таблиці

2. З використанням оксидів	Основний оксид + кислота	$\text{CaO} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
	Кислотний оксид + основа	$\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
	Кислотний + основний оксиди	$\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$
	Основний + амфотерний оксиди	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} = \text{Ca}(\text{AlO}_2)_2$
3. Реакція нейтралізації	Кислота + основа	$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
4. Із солей	Сіль + сіль	$\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$
	Сіль + луг	$\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
	Сіль + кислота	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
Кислі солі одержують такими самими способами, що й середні, але при інших мольних співвідношеннях (при надлишку кислоти)		
$\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$		
Основні солі утворюються при взаємодії деяких солей з лугами (при надлишку лугу)		
$\text{ZnCl}_2 + \text{NaOH} = \text{ZnOHCl} \downarrow + \text{NaCl}$		

3. Генетичний зв'язок між оксидами, основами, кислотами й солями. Оксиди, кислоти, основи й солі тісно пов'язані між собою. Знаючи властивості речовин, можна легко перейти від одного класу сполук до іншого.

Генетичним називають зв'язок між речовинами різних класів, що заснований на їхніх взаємоперетвореннях і відображає єдність їхнього походження, тобто генезис речовин. Наприклад, генетичний ряд неметалів

відображає взаємозв'язок речовин різних класів, в основу якого покладений один неметал. Генетичний ряд неметалів, яким відповідає розчинна кислота, може бути представлений у вигляді такого ланцюжка перетворень:

неметал \rightarrow кислотний оксид \rightarrow кислота \rightarrow сіль.

Генетичний ряд неметалів, яким відповідає нерозчинна кислота, може бути представлений за допомогою такого ланцюжка перетворень:

неметал \rightarrow кислотний оксид \rightarrow сіль \rightarrow кислота \rightarrow кислотний оксид \rightarrow неметал.

Генетичний ряд металів відображає взаємозв'язок речовин різних класів, в основу якого покладений один і той самий метал. Розрізняють два різновиди генетичного ряду металів.

1. Генетичний ряд металів, яким як гідроксид відповідає луг. У загальному вигляді цей ряд може бути представлений таким ланцюжком перетворень:

метал \rightarrow основний оксид \rightarrow основа (луг) \rightarrow сіль.

2. Генетичний ряд металів, яким відповідає нерозчинна основа. Його можна представити таким ланцюжком перетворень:

метал \rightarrow основний оксид \rightarrow сіль \rightarrow основа \rightarrow основний оксид \rightarrow метал.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Основною проблемою під час вивчення цієї теми є великий обсяг матеріалу, присвяченого солям, та необхідність разом з вивченням солей розглянути таке важливе питання, як генетичний зв'язок між оксидами, основами, кислотами й солями. Але якщо курс хімії учнями засвоєний добре, то мета уроку може бути досягнута.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити визначення солей, короткий перелік їхніх властивостей та визначення генетичного зв'язку між оксидами, основами, кислотами й солями.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення і систематизації знань слід провести лабораторну роботу № 3 «Якісні реакції на нітрати й нітриди» (ЗЛПР, с. 4).

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Основні помилки пов'язані з неправильним написанням формул солей та рівнянь реакцій.

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Як склад солей пов'язаний з їхніми функціями?
- За якими критеріями здійснюється класифікація солей?
- Які способи одержання солей ви знаєте?
- Як здійснюється генетичний зв'язок між оксидами, основами, кислотами та солями?

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 30

Тема уроку: Значення кисню, озону, вуглекислого газу, гідроген пероксиду, гідроген сульфід (сірководню), амоніаку для живих організмів. Лабораторна робота № 2. Виявлення сірководню у протухлому яйці. Лабораторна робота № 4. Визначення карбонат-іону в шкаралупі яйця.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про значення кисню, озону, вуглекислого газу, гідроген пероксиду, гідроген сульфід (сірководню), амоніаку для живих організмів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати значення кисню, озону, вуглекислого газу, гідроген пероксиду, гідроген сульфід (сірководню), амоніаку для живих організмів.

Базові поняття і терміни: кисень, озон, вуглекислий газ, гідроген пероксид, гідроген сульфід (сірководень), амоніак.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Значення кисню, озону, вуглекислого газу для живих організмів.
2. Значення гідроген пероксиду, гідроген сульфід (сірководню), амоніаку для живих організмів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.
Самостійна робота учнів 5 хв.
Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► **Обговорення запитання**

Яку роль відіграє кисень у природі?

Вивчення нового матеріалу

► **Розповідь учителя з елементами бесіди**

1. Значення кисню, озону, вуглекислого газу для живих організмів.

Оксиген — це найважливіший біогенний хімічний елемент, що забезпечує дихання більшості живих організмів на Землі. Його використовують клітини й тканини для окиснення органічних речовин із вивільненням необхідної для процесів життєдіяльності енергії. Він міститься у складі білків, вітамінів, гормонів, жирів, вуглеводів, ферментів та інших біологічно важливих речовин. Оксиген бере участь у процесах розкладу загинув тварин і рослин, під час яких складні органічні речовини перетворюються в більш прості.

Оксиген є найпоширенішим елементом на Землі. У морській воді його міститься 85,82 %, в атмосферному повітрі — 23,15 % за вагою або 20,93 % за об'ємом, а в земній корі — 47,2 % за вагою. Концентрація Оксигену в атмосфері є сталою завдяки процесу фотосинтезу. У природі безперервно відбувається кругообіг Оксигену, що підтримує сталість складу атмосферного повітря.

Озон — це алотропна модифікація Оксигену, яка складається з трьох-атомних молекул. За нормальних умов він є блакитним газом. При зрідженні він перетворюється на рідину кольору індиго. У твердому вигляді являє собою темно-сині, майже чорні кристали.

Озон затримує шкідливе для життя ультрафіолетове випромінювання Сонця і, поглинаючи інфрачервоне випромінювання Землі, перешкоджає її охолодженню. Тому озонний шар відіграє велику роль у забезпеченні життя на Землі.

Озон має сильну бактерицидну дію і тому застосовується для знезаражування (озонування) води й дезінфекції повітря. При вдиханні суміші повітря з озоном (озонотерапія) поліпшується обмін речовин, робота нирок, посилюються захисні функції організму, поліпшується апетит, сон і загальне самопочуття. Під дією озону гинуть не тільки бактерії, але й грибові утворення та віруси. Озон отруйний.

Карбон(IV) оксид відіграє важливу роль у живій природі, беручи участь у багатьох процесах метаболізму живої клітини. Він утворюється у результаті безлічі окисних реакцій у тварин і виділяється в атмосферу з диханням. Вуглекислий газ атмосфери — це основне джерело Карбону для рослин.

Карбон(IV) оксид нетоксичний, не підтримує дихання. Вуглекислий газ в організмах тварин має і фізіологічне значення, наприклад, бере участь у регуляції судинного тонуусу.

2. *Значення гідроген пероксиду, сірководню, амоніаку для живих організмів.*

Гідроген пероксид належить до реактивних форм кисню і при підвищеному утворенні в клітині викликає оксидативний стрес. Деякі ферменти, наприклад глюкозооксидаза, утворюють у ході окисно-відновної реакції гідроген пероксид, який може відігравати захисну роль як бактерицидний агент. У клітинах ссавців немає ферментів, які б відновлювали кисень до гідроген пероксиду. Однак кілька ферментних систем продукують супероксид, який спонтанно або під дією супероксиддисмутази перетворюється у гідроген пероксид.

Пероксиди застосовують як вибілювачі текстилю, паперу, шкір, жирів та мінеральних мастил, окисники ракетного палива, реагенти в органічному синтезі, при освітлюванні картин старих майстрів.

Гідроген пероксид дуже токсичний. При високій концентрації однократне вдихання може викликати миттєву смерть. При невеликих концентраціях досить швидко виникає адаптація до неприємного запаху «тухлих яєць», і він стає невідчутним. У роті відчувається солодкуватий металевий присмак.

Гідроген сульфід (сірководень) — отруйний газ, що надає тухлим яйцям їхнього характерного запаху, — виконує важливу фізіологічну функцію в організмі ссавців, беручи участь у регуляції кров'яного тиску.

На повітрі сірководень займається при температурі близько 300 °С. Його суміші з повітрям вибухонебезпечні.

0,1 % H_2S у повітрі викликає важке отруєння. Гранично допустима концентрація H_2S у повітрі виробничих приміщень — 0,01 мг/л. Балони із цим газом мають бути білого кольору із червоним написом «Сірководень» та червоною рискою під ним.

Амоніак є кінцевим продуктом азотистого обміну в організмі людини й тварин. Він утворюється при метаболізмі білків, амінокислот та інших нітрогеновмісних сполук. Амоніак дуже токсичний для організму, тому більшу частину амоніаку конвертує печінка в менш шкідливу й менш токсичну сполуку — карбамід (сечовину).

Сечовина виводиться нирками, причому частина сечовини може бути конвертована печінкою або нирками назад в амоніак. Амоніак може також використовуватися печінкою для зворотного процесу — ресинтезу амінокислот з амоніаку та кетоналогів амінокислот.

Випари амоніаку сильно подразнюють слизові оболонки очей та органів дихання, а також шкірні покриви.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати завдання у робочому зошиті й текст підручника.

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Тема присвячена цілому ряду сполук, які відіграють важливу роль у природі й життєдіяльності організмів. Проблема полягає в тому, щоб рівномірно розподілити час і встигнути обговорити особливості кожної зі сполук.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити коротку інформацію про значення Оксигену, озону, вуглекислого газу, гідроген пероксиду, сірководню, амоніаку.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Робота із зошитом*

Під час узагальнення і систематизації знань необхідно провести лабораторну роботу № 2 «Виявлення сірководню у протухлому яйці» і лабораторну роботу № 4 «Визначення карбонат-іону CO_3^{2-} у шкарлупі яйця» (ЗЛПР, с. 4, с. 6).

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Яке значення має Оксиген у процесах життєдіяльності організмів?
- Яка роль озону в освоєнні суходолу живими організмами?
- Яке значення має амоніак у процесах життєдіяльності організмів?
- Чому більша частина амоніаку в печінці перетворюється в сечовину?
- Чи є в клітинах ссавців ферменти, які б відновлювали Оксиген до гідроген пероксиду?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Характерного запаху тухлим яйцям надає:

- А) Оксиген;
- Б) амоніак;
- В) гідроген пероксид;
- Г) сірководень.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 31

Тема уроку: Поняття про гідрофільні, гідрофобні та амфіфільні сполуки.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про гідрофільні, гідрофобні та амфіфільні сполуки.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати гідрофільні, гідрофобні та амфіфільні сполуки.

Базові поняття і терміни: гідрофільні, гідрофобні та амфіфільні сполуки.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Поняття про гідрофільні, гідрофобні та амфіфільні сполуки.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чому олію неможливо розчинити у воді?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Поняття про гідрофільні, гідрофобні та амфіфільні сполуки.

Стосовно води всі речовини клітини поділяють на дві групи: гідрофільні — «ті, що люблять воду», та гідрофобні — «ті, що бояться води» (від грец. «гідро» — вода, «філео» — люблю й «фобос» — страх).

До гідрофільних належать речовини, що добре розчиняються у воді. Це солі, цукри, амінокислоти. Гідрофобні речовини, навпаки, у воді майже не розчиняються. До них належать, наприклад, жири.

Амфіфільним сполукам притаманна гідрофільно-гідрофобна природа, вони одночасно «люблять» і воду (тобто є гідрофільними), і неполярні розфактори (проявляють гідрофобні властивості).

Амфіфільні сполуки часто є поверхнево-активними речовинами. Їхні молекули «самоорганізуються» («самозбираються») на різних межах поділу, утворюючи тонкі плівки «самозбиральних» моношарів завтовшки лише в одну молекулу, формують «міцелярні» системи.

Амфіфільні сполуки відіграють особливу роль у живій природі. Саме з амфіфільних молекул складається мембрана клітини, що відокремлює живий організм від зовнішнього середовища. Саме такі молекули становлять внутрішні органели клітини, беруть участь у процесі її поділу, задіяні в обміні речовин з навколишнім середовищем. Амфіфільні молекули служать їжею й утворюються в організмах, беруть участь у внутрішній регуляції й циклі жовчних кислот.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Під час вивчення цієї теми можуть виникати проблеми з розумінням суті амфіфільних сполук, особливостей їхньої будови та біологічних функцій. Слід докладно зупинитися на цих питаннях, оскільки від них залежить розуміння учнями наступних тем, присвячених вивченню мембран, їхньої будови та функцій.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити визначення гідрофільних, гідрофобних та амфіфільних сполук і приклади таких сполук.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Чим гідрофільні сполуки відрізняються від гідрофобних?
- У чому особливості будови амфіфільних сполук?
- Чому амфіфільні сполуки відіграють особливу роль у живій природі?
- Які сполуки належать до гідрофобних?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

До гідрофобних сполук належать:

- А) глюкоза;
- Б) *триацилгліцероли*;
- В) рибоза;
- Г) амінокислоти.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 32

Тема уроку: Електроліти живих систем та їхнє біологічне значення.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про електроліти живих систем та їхнє біологічне значення.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати електроліти живих систем та їхнє біологічне значення.

Базові поняття і терміни: електроліти.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Поняття про електроліти.

2. Електроліти живих систем та їхнє біологічне значення.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.

Самостійна робота учнів 5 хв.

Домашнє завдання 1–2 хв.

Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чи можуть розчини солей проводити електричний струм?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Поняття про електроліти.

Електроліти — це рідкі або тверді речовини, у яких у більш-менш помітних концентраціях наявні йони, що здатні переміщатися і проводити електричний струм. У вузькому сенсі — це солі, розчини яких проводять електричний струм через наявність йонів, що утворюються в результаті електролітичної дисоціації. Електроліти є у всіх рідких системах живих організмів, служать середовищем для проведення багатьох хімічних реакцій.

Електроліти в розчинах поділяють на сильні й слабкі. Сильні електроліти майже повністю дисоційовані на йони в розведених розчинах. До них належать багато неорганічних солей та деякі неорганічні кислоти й основи у водних розчинах, а також у розфакторах, що мають високу дисоціаційну здатність (спирти, аміді тощо).

Молекули слабких електролітів у розчинах лише частково дисоційовані на йони, які перебувають у динамічній рівновазі з недисоційованими молекулами. До слабких електролітів належить більшість органічних кислот та багато органічних основ у водних і неводних розчинах.

Поділ електролітів на сильні й слабкі певною мірою умовний, оскільки він відображає не властивості самих електролітів, а їхній стан у розчині. Останнє залежить від концентрації, природи розфактора, температури, тиску тощо.

Залежно від виду розфактора, розрізняють водні й неводні електроліти. Особливий клас становлять високомолекулярні електроліти — поліелектроліти.

Відповідно до природи йонів, що утворюються при електролітичній дисоціації водних розчинів, виділяють сольові електроліти (у них відсутні йони H^+ і OH^-), кислоти (переважають йони H^+) та основи (переважають йони OH^-).

2. Електроліти живих систем та їхнє біологічне значення.

Усі рідкі системи в живих організмах містять електроліти. Електроліти слугують середовищем для проведення багатьох хімічних синтезів і процесів електрохімічних виробництв.

Йони в електролітах є окремими кінетичними одиницями й беруть участь у хімічних реакціях та електрохімічних процесах часто незалежно від природи інших іонів, що наявні в розчині. При проходженні електричного струму через електроліт на занурених у нього електродах відбуваються окисно-відновні реакції, у результаті чого у вільному вигляді виділяються речовини, які стають компонентами електроліту.

Вивчення властивостей електролітів є важливим для з'ясування механізмів електролізу, електрокаталізу, електрокристалізації, корозії металів тощо, для удосконалення механізмів поділу речовин — екстракції та йонного обміну.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Вивчення електролітів живих систем пов'язане з певними труднощами розуміння процесів, у яких беруть участь електроліти. На цьому уроці можна дати лише найзагальніше уявлення про електроліти та їхні біологічні властивості.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити визначення електролітів та приклади їхніх біологічних властивостей.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

- *Запитання для повторення та обговорення*
- Які особливості характерні для електролітів?
 - Чи можуть електроліти бути твердими?
 - Чим відрізняються сильні й слабкі електроліти?
 - Чому важливо вивчати властивості електролітів?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Поділ електролітів на сильні й слабкі:

- A) відображає тільки властивості самих електролітів;
- B) відображає не властивості самих електролітів, а їхній стан у розчині;
- B) є застарілим;
- Г) не використовується.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 33

Тема уроку: Значення води і неорганічних солей для живих систем. Поняття про якість води і гранично допустиму концентрацію речовин.

Лабораторна робота № 5. Визначення якості води методами хімічного аналізу.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про значення води для живих систем.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати значення води для живих систем.

Базові поняття і терміни: вода, неорганічні солі, живі системи.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Значення води в природі.
2. Роль води в організмах.
3. Значення неорганічних солей для живих систем.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.
Самостійна робота учнів 5 хв.
Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чому саме вода є найпоширенішою речовиною на Землі?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Значення води в природі.

Вода вкриває близько 3/4 всієї земної поверхні. Зосереджена вона переважно в океанах та морях. Велика теплоємність у морській воді (у 33 000 разів перевищує теплоємність такого самого об'єму повітря) визначає кліматичну роль океанів. Потужні теплі й холодні течії обумовлюють клімат тих частин суходолу, які вони омивають. Наприклад, клімат Європи тісно пов'язаний з Гольфстрімом, що бере початок у Мексиканській затоці, перетинає Атлантичний океан, омиває береги Англії та Норвегії та губиться у Північному Полярному морі. М'якість клімату Західної Європи обумовлена саме впливом Гольфстріму, який упродовж року проносить біля її берегів великі маси нагрітої води, пом'якшуючи різкість температурних коливань.

На противагу морському клімату, континентальний клімат віддалених від океану країн характеризується різкою зміною температур за порами року. Унаслідок великої теплоємності води різниця температур дня і ночі, дуже різка для країн з континентальним кліматом, майже не помітна на островах океану.

Океан приховує у собі величезні запаси енергії. Розчиняючи гази атмосфери й переносячи їх за допомогою течій на великі відстані, океан, разом з вітрами, виступає в ролі регулятора складу повітря. Особливо важливою є його роль для вуглекислого газу, якого в океані міститься приблизно у 25 (за іншими даними — у 60) разів більше, ніж в атмосфері.

Важливим фактором, що впливає на планету, є колообіг води в природі, який ще називають гідрологічним циклом. Він включає надходження води в атмосферу при випаровуванні й повернення її назад унаслідок конденсації та випадання опадів.

Вода має велику теплоємність, а це означає, що істотне збільшення теплової енергії викликає лише незначне підвищення її температури. У поєднанні з високою теплопровідністю це робить водне середовище досить комфортним для існування живих організмів. Через високу теплоємність і теплопровідність водне середовище, на відміну від повітряного, менше підлягає перепадам температур, що полегшує адаптацію тварин і рослин до цього абіотичного фактора.

Вода — це єдина речовина на Землі, яка має у рідкому стані більшу густину, ніж у твердому. Це важливо для живих організмів, тому що при замерзанні водою лід утворюється спочатку на поверхні води й лише під кінець у придонних шарах. Якби замерзання водою відбувалося навпаки, тобто знизу вгору, то в зонах з помірним або холодним кліматом життя в прісноводних водоймах взагалі не могло б існувати.

2. Роль води в організмах.

Біологічне значення води визначається тим, що вона є одним з необхідних метаболітів, тобто здатна брати участь у метаболічних реакціях. Вода використовується як джерело водню в процесі фотосинтезу, а також бере участь у реакціях гідролізу.

Вода є чудовим розфактором для полярних речовин. Коли речовина переходить у розчин, її молекули або йони отримують можливість рухатися більш вільно й відповідно реакційна здатність речовини зростає. Із цієї причини в клітині більша частина хімічних реакцій протікає у водних розчинах.

Завдяки своїй незвичайній структурі, вода виконує у живих системах безліч функцій. Вона виступає як переважний компонент клітини й необхідна для обміну речовин, тому що є середовищем для перебігу хімічних реакцій. Але вміст води в різних тканинах варіює залежно від активності обміну речовин у них. Так, у клітинах мозку вода становить до 80 % їхньої маси, а в клітинах кісток — до 20 %. При старінні вміст води в клітинах знижується.

Вода в клітині перебуває у двох формах — вільній та зв'язаній. Вільна вода становить 95 % усієї води в клітині й використовується головним чином як розфактор. Зв'язана вода, на частку якої припадає 4 % всієї води клітини, слабко з'єднана з білками водневими зв'язками.

Вода бере участь у транспорті різних речовин. Цю роль вона виконує у крові, у лімфатичній системі, травному тракті тварин та у флоемі й ксилемі рослин.

Оскільки випаровування води супроводжується охолодженням, це явище використовується у тварин при потовиділенні, при теплової ядусі в ссавців або в деяких рептилій (наприклад, у крокодилів), які на осонні сидять із роззявленим ротом.

Біологічне значення води визначається й тим, що вона сама може виступати як реагент, тобто брати участь у хімічних реакціях. Вода використовується, наприклад, як джерело водню в процесі фотосинтезу, а також бере участь у реакціях гідролізу.

Вода не змішується з неполярними речовинами й не розчиняє їх, оскільки не може утворювати з ними водневі зв'язки. Нерозчинні у воді речовини називають гідрофобними. Гідрофобні молекули або їхні частини відштовхуються водою, а за її наявності притягуються одна до одної. Такі взаємодії відіграють важливу роль у забезпеченні стабільності мембран, а також багатьох білкових молекул і нуклеїнових кислот.

Вода майже не стискається, що дуже важливо для надання форми соковитим органам і тканинам. У рослин вода визначає тургор клітин, а в деяких тварин виконує опорні функції, являючи собою гідростатичний скелет у круглих і кільчастих червів та голкошкірих. Вони використовують заповнені водою порожнини тіла як внутрішню опору організму при пересуванні.

Вода є складовою частиною змащувальних рідин (синовіальної — у суглобах хребетних, плевральної — у плевральній порожнині, перикардіальної — у навколосерцевій сумці) і слизів, які полегшують пересування речовин по кишечнику, створюють вологе середовище на слизових оболонках дихальних шляхів. Вона входить до складу слини, жовчі, сліз.

Для води характерний надзвичайно високий поверхневий натяг. Ця властивість має дуже важливе значення для адсорбційних процесів, для пересування розчинів по тканинах (кровообіг, низхідні й висхідні потоки в рослинах). Багатьом дрібним організмам поверхневий натяг дозволяє втримуватися на воді або ковзати по її поверхні.

Отже, вода відіграє важливу роль в живих системах різного рівня.

3. Значення неорганічних солей для живих систем.

З-поміж усіх неорганічних солей найбільш відомою сполукою є натрій хлорид. Це єдина мінеральна сировина, яку людина використовує в їжу в чистому вигляді. Натрій хлорид бере активну участь у мінеральному обміні організму тварин і людини. Він міститься у крові, у травному соку.

В організмі людини солі становлять 5,5 % маси тіла, зокрема натрій хлориду тут є близько 300 г. Середньодобова норма споживання натрій хлориду для дорослої людини — 15 г, за рік людина з'їдає 5–7 кг. Натрій хлорид стимулює обмін речовин. Його нестача в організмі спричиняє запаморочення, непритомність, порушення роботи серця.

Інша сіль — кальцій карбонат — міститься у складі зовнішнього скелета морських зірок, коралів, мушель, скелетів мікроорганізмів, які, відмираючи, опускаються на дно й скупчуються там, поступово перетворюючись у поклади вапняку та мармуру.

Кальцій фосфат міститься у кістках, м'язах, нервах. Нестача цієї солі в організмі людини й тварин призводить до захворювання рахітом.

Солі Купруму потрібні організму для синтезу пігментів, що забарвлюють шкіру, очі, волосся. Солі Магнію попереджають атеросклероз, серцево-судинні хвороби.

Найважливішими для клітини є аніони HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , Cl^- , HCO_3^- і катіони Na^+ , K^+ , Ca^{2+} .

Активний транспорт йонів може проходити з витратою енергії й здійснюється так званими йонними насосами. Йонні насоси — це молекулярні білкові структури, що вбудовані в мембрану й здійснюють перенесення йонів у бік більш високого електрохімічного потенціалу.

Робота насосів здійснюється за рахунок енергії гідролізу АТФ.

На сьогодні добре вивчені Na^+/K^+ -АТФаза, Ca^{2+} -АТФаза, H^+ -АТФаза, H^+ , K^+ -АТФаза, Mg^{2+} -АТФаза, які забезпечують переміщення відповідно до йонів Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , H^+ , Mg^{2+} — ізольовано або пов'язано: (Na^+ і K^+ ; H^+ і K^+).

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Вода:

- найкращий розфактор серед загальновідомих рідин і основне середовище, у якому протікають хімічні реакції;
- ідеальна рідина для підтримання теплової рівноваги організму;

- сама безпосередньо бере участь у хімічних реакціях, що протікають в організмах, наприклад, вона є джерелом кисню, який виділяється при фотосинтезі;
- може відігравати роль гідроскелета;
- основний засіб пересування речовин в організмі;
- середовище існування для багатьох організмів.

Також конспект учня має включати коротку інформацію про значення неорганічних солей для живих систем.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення і систематизації знань необхідно провести лабораторну роботу № 5 «Визначення якості води методами хімічного аналізу» (ЗЛПР, с. 6).

► Запитання для повторення та обговорення

- Як структура молекули води пов'язана з її властивостями?
- Яку роль для живих організмів відіграє висока теплоємність води?
- Чи може вода сама виступати як реагент?
- Як живі організми використовують високий поверхневий натяг води?
- Чим визначається роль води в клітині?
- Яку сіль можна використовувати в їжу в чистому вигляді?
- Яка середньодобова норма споживання натрій хлориду для дорослої людини?
- Які біологічні функції виконує кальцій карбонат?
- Які солі необхідні для пігментів, що забарвлюють шкіру, очі, волосся?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Вода характеризується:

- А) низькою теплоємністю;
- Б) високим поверхневим натягом;
- В) низькою теплопровідністю;
- Г) низьким поверхневим натягом.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Розчини в живих системах — розчини електролітів, буферні розчини, їхні властивості та біологічне значення.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про розчини електролітів, буферні розчини, їхні властивості та біологічне значення.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати розчини електролітів, буферні розчини, їхні властивості та біологічне значення.

Базові поняття і терміни: розчини електролітів, буферні розчини.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Розчини електролітів, їхні властивості та біологічне значення.	
2. Буферні розчини, їхні властивості та біологічне значення.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Як забезпечується кислотно-основна рівновага в крові людини?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Розчини електролітів, їхні властивості та біологічне значення.

Розчини електролітів містять у значних концентраціях йони — катіони й аніони, що утворюються в результаті електролітичної дисоціації

молекул розчиненої речовини. Розчини електролітів мають здатність проводити електричний струм. Найбільш вивчені водні розчини електролітів, що відіграють важливу роль у багатьох біологічних процесах.

Відповідно до природи йонів, які утворюються при електролітичній дисоціації водних розчинів, виділяють сольові електроліти (у них відсутні йони H^+ і OH^-), кислоти (переважають йони H^+) та основи (переважають йони OH^-). Якщо при дисоціації молекул електролітів число катіонів збігається із числом аніонів, то такі електроліти називають симетричними, а якщо ні — несиметричними. Залежно від здатності до електролітичної дисоціації електроліти умовно поділяють на сильні й слабкі. Слабкі електроліти характеризуються, насамперед, константою і ступенем дисоціації, а сильні активністю йонів.

Електроліти відіграють важливу роль у науці й техніці. Вони беруть участь в електрохімічних та багатьох біологічних процесах, є середовищем для органічного й неорганічного синтезу та електрохімічного виробництва.

2. Буферні розчини, їхні властивості та біологічне значення.

Буферні розчини (англ. *buffer*, від *buff* — пом'якшувати поштовхи) — це розчини з певною сталою концентрацією йонів Гідрогену; суміш слабкої кислоти та її солі (наприклад, CH_3COOH і CH_3COONa) або слабкої основи та її солі (наприклад, NH_3 і NH_4Cl).

Величина pH буферного розчину мало змінюється при додаванні невеликих кількостей вільної сильної кислоти або лугу, при розведенні або концентруванні. Буферні розчини широко використовують у різних хімічних дослідженнях. Ці розчини мають велике значення для протікання процесів у живих організмах. Наприклад, у крові сталість водневого показника pH підтримується буферними сумішами, що складаються з карбонатів і фосфатів. Відома велика кількість буферних розчинів (ацетатно-амоніачний буферний розчин, фосфатний буферний розчин, боратний буферний розчин, форміатний буферний розчин тощо).

Особливо велике значення буферні системи мають у підтриманні кислотно-основної рівноваги організму. Внутрішньоклітинні й позаклітинні рідини всіх живих організмів, зазвичай, характеризуються постійним значенням pH , що підтримується за допомогою різних буферних систем. Значення pH більшої частини внутрішньоклітинних рідин перебуває в інтервалі від 6,8 до 7,8.

Кислотно-основна рівновага в крові людини забезпечується воднево-карбонатною, фосфатною та білковою буферними системами.

Нормальне значення pH плазми крові становить $7,40 \pm 0,05$. Цьому відповідає інтервал значень активної кислотності $a(H^+)$ від $3,7$ до $4,0 \cdot 10^{-8}$ моль/л. Оскільки в крові наявні різні електроліти — HCO_3^- , H_2CO_3 , HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$, білки, амінокислоти, це означає, що вони дисоціюють у такому ступені, щоб активність $a(H^+)$ перебувала в зазначеному інтервалі.

На частку буферної системи оксигемоглобін-гемоглобін припадає близько 75 % буферної ємності крові, що характеризується рівновагою між іонами гемоглобіну Hb^- і самим гемоглобіном HHb , який є дуже слабкою

кислотою, а також між йонами оксигемоглобіну HbO_2^- та самим оксигемоглобіном HHbO_2 , що є дещо сильнішою за гемоглобін кислотою.

► **Робота в групах. Робота з підручником**

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має містити коротку інформацію про розчини електролітів, буферні розчини, їхні властивості та біологічне значення.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

- ① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Основною проблемою під час вивчення цієї теми є недостатній рівень знань учнів з хімії, для того щоб можна було обговорювати конкретні механізми роботи буферних систем. Тому на уроці слід дати тільки найзагальніше уявлення про розчини електролітів, буферні розчини, їхні властивості та біологічне значення.

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Які властивості притаманні розчинам електролітів?
- Які розчини електролітів вивчені найбільше?
- Які електроліти називають симетричними?
- Назвіть водні розчини електролітів, що відіграють важливу роль у багатьох біологічних процесах.
- На які групи поділяють електроліти залежно від здатності до електролітичної дисоціації?
- Які властивості притаманні буферним розчинам?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Якщо при дисоціації молекул електролітів число катіонів збігається із числом аніонів, то такі електроліти називають:

- А) сильними;
- Б) слабкими;
- В) симетричними;
- Г) несиметричними.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема 5. Біомолекулярний склад живого (20 годин)

Вивчаючи цю тему, учні дізнаються:

- про методи дослідження структури та властивостей біомолекул;
- про класи біологічно важливих органічних сполук;
- про структурні особливості біополімерів;
- про біологічне значення біомолекул.

Вивчаючи цю тему, учні навчаться:

- спостерігати хімічні властивості біомолекул, денатурацію білків, дію ферментів;
- описувати різноманітність органічних сполук;
- пояснювати механізм ферментативного каталізу, механізм утворення біополімерів, принципи акумулювання енергії в АТФ;
- аналізувати обумовленість функціонального значення біомолекул їхньою просторовою структурою;
- застосовувати знання для розв'язування задач з молекулярної біології.

УРОК № 35

Тема уроку: Біомолекули: елементний склад, причини різноманітності. Низькомолекулярні сполуки живих систем і біополімери.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про елементний склад та причини різноманітності біомолекул, дати характеристику хімічних зв'язків у них.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати елементний склад, хімічні зв'язки, просторову структуру біополімерів.

Базові поняття і терміни: біомолекули, хімічні зв'язки, просторова структура біополімерів.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Елементний склад біомолекул.
2. Характеристика хімічних зв'язків біомолекул.
3. Просторова структура біополімерів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів.....	5 хв.
Домашнє завдання.....	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чому органічні сполуки такі різноманітні?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Елементний склад біомолекул.

Переважаюча більшість біомолекул є похідними простіших сполук чотирьох хімічних елементів-неметалів: Оксигену (O), Нітрогену (N), Сульфуру (S) та Фосфору (P). Багато біохімічно важливих сполук Оксигену, Нітрогену й Сульфуру можна розглядати як похідні Гідрогену (H_2O , NH_3 , H_2S). У біологічних системах Фосфор зустрічається переважно у формі похідних ортофосфатної кислоти H_3PO_4 .

2. Характеристика хімічних зв'язків біомолекул.

Утворення хімічних сполук зумовлене виникненням хімічного зв'язку між атомами в молекулах і кристалах. Хімічний зв'язок — це взаємне зчеплення атомів у молекулі та кристалічних ґратах унаслідок дії між атомами електричних сил притягання.

Поява атомної моделі Бора, яка вперше пояснила будову електронної оболонки, сприяла створенню уявлення про хімічний зв'язок та його електронну природу. Згідно із моделлю Бора, електрони можуть займати в атомі місця, яким відповідають певні енергетичні стани, тобто енергетичні рівні. У 1915 році німецький фізик Коссель пояснив хімічний зв'язок у солях, а в 1916 році американський учений Льюїс запропонував трактування хімічного зв'язку в молекулах. Учені виходили з уявлень про те, що атоми елементів мають тенденцію до досягнення електронної конфігурації інертних газів (повного заповнення зовнішнього електронного шару). Уявлення Косселя і Льюїса отримали назву електронної теорії валентності.

Валентність елементів головних підгруп Періодичної системи залежить від числа електронів, що перебувають на зовнішньому електронному шарі. Тому ці зовнішні електрони прийнято називати валентними. Для елементів побічних підгруп у ролі валентних електронів можуть виступати як електрони зовнішнього шару, так і електрони внутрішніх підрівнів.

Більшість біомолекул — це сполуки Карбону з Гідрогеном, Оксигеном, Нітрогеном, Сульфуром або Фосфором. Стійкі ковалентні зв'язки між цими атомами неметалічних елементів утворюються у результаті перекривання

певних орбіталей двох атомів і формування молекулярних орбіталей, на яких розташовуються по одному електрону від кожного атома.

У слові «ковалентний» префікс «ко» означає «спільна участь». А валентність (від латин. *valentia*) у перекладі на українську мову — це сила, здатність. У цьому випадку мають на увазі здатність атомів утворювати хімічні зв'язки з іншими атомами.

При утворенні ковалентного зв'язку атоми об'єднують свої електрони в молекулярну орбіталь, яка формується з атомних оболонок обох атомів. Ця нова оболонка містить по можливості завершене число електронів і заміняє атомам їхні власні незавершені атомні оболонки.

Отже, ковалентний зв'язок (атомний зв'язок, гомеополарний зв'язок) — це хімічний зв'язок, утворений перекриттям (об'єднанням) пари валентних електронних хмар. Електронні хмари, що забезпечують зв'язок (електрони), називають спільною електронною парою.

Однак у молекулах органічних речовин виникають й інші зв'язки.

Хімічний зв'язок може виникнути при електростатичному притяганні двох різнойменних йонів — катіона й аніона, наприклад, K^+ і I^- . Перекривання атомних орбіталей у цьому випадку незначне, й електронна густина розподілена нерівномірно, нестача її буде в атома калію, а надлишок — в атома йоду. Йонний зв'язок (K^+) — (I^-) розглядають як граничний випадок ковалентного зв'язку.

Спільна пара електронів у випадку йонного зв'язку майже повністю зміщена до аніона. Зазвичай це відбувається у сполуках елементів з великою різницею електронегативності (наприклад, у сполуках CsF , NaBr , K_2O , Rb_2S , Li_3N та ін.).

Під час вивчення багатьох речовин були виявлені так звані водневі зв'язки.

Наприклад, молекули HF у рідкому фтороводні зв'язані між собою водневим зв'язком, аналогічно зв'язані молекули H_2O в рідкій воді або в кристалі льоду, а також молекули NH_3 і H_2O між собою в міжмолекулярній сполуці — гідраті амоніаку $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Водневий зв'язок утворюється за рахунок сил електростатичного притягання гідрогеновмісних полярних молекул, що містять атоми найбільш електронегативних елементів — F, O, N.

Водневі зв'язки малостійкі й руйнуються досить легко. Однак на розрив цих зв'язків витрачається певна додаткова енергія.

Водневий зв'язок має надзвичайно важливе значення в біохімії. В утворенні водневого зв'язку беруть участь атоми Гідрогену OH-, NH- і SH-груп (так званих донорів водневого зв'язку), які взаємодіють із вільною парою електронів атомів-акцепторів (наприклад, O, N або S). Енергія водневого зв'язку становить 10–40 кДж/моль, що значно менше, за енергію ковалентного зв'язку (>400 кДж/моль). Однак численні водневі зв'язки роблять істотний внесок у стабілізацію структури багатьох макромолекул.

3. Просторова структура біополімерів.

Фізичні й хімічні властивості молекул визначаються їхньою структурою. Тому багато властивостей біомолекул можуть бути передбачені на

підставі структурної формули. До таких властивостей належать розміри, форма, певною мірою конформація молекул (тобто взаємне розташування окремих атомів) при перебуванні речовини в розчині й, нарешті, реакційна здатність.

Серед органічних сполук зустрічаються ізомери. Ізомерами називають речовини, які мають однаковий склад (тобто однакову сумарну формулу), але відрізняються фізичними й хімічними властивостями. Якщо ізомери відрізняються порядком зв'язку атомів, то говорять про структурну ізомерію.

Ізомери, що утворюються за рахунок вільного обертання навколо простих зв'язків, називають конформерами. Невеликі молекули можуть перебувати в розчині безліч конформацій.

Ще один вид ізомерії виникає в тому випадку, коли в молекулі є хіральний центр або молекула в цілому є хіральною. Хіральність (від грец. *cheir* — рука) є причиною утворення структур, які не можна поєднати, оскільки вони є дзеркальними відображеннями одна одної (дзеркальна ізомерія).

Здебільшого причиною хіральних властивостей є наявність асиметричного атома Карбону, тобто атома з чотирма різними замісниками. У цьому випадку утворюються дві форми з різною конфігурацією, найчастіше ці форми називають L- і D-формами.

Особливу просторову структуру можуть утворювати біополімери, що входять до складу живих організмів: білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди. Біополімери складаються з однакових ланок — мономерів. Мономери білків — амінокислоти, нуклеїнових кислот — нуклеотиди, у полісахаридах — моносахариди.

Виділяють два типи біополімерів — регулярні (деякі полісахариди) і нерегулярні (білки, нуклеїнові кислоти, деякі полісахариди).

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Основною проблемою під час вивчення цієї теми є необхідність визначення та вибору ступеня складності матеріалу, який пропонується учням. У «сильному» класі про хімічні зв'язки й просторову структуру біополімерів можна розповісти докладніше, так, як подано вище. В іншому випадку матеріал слід спростувати.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має включати коротку інформацію про елементний склад, причини різноманітності, хімічні зв'язки та просторову структуру біополімерів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Які елементи містяться у складі біомолекул?
- Які групи називають функціональними групами? Наведіть приклади функціональних груп.
- Чому особливо важливе значення серед органічних сполук мають карбонові кислоти та їхні похідні?
- Які хімічні зв'язки зустрічаються в біомолекулах?
- У чому особливості водневих зв'язків?
- Чим визначаються фізичні й хімічні властивості біомолекул?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Водневий зв'язок утворюється завдяки:

- А) силі електростатичного притягання гідрогеновмісних полярних молекул, що містять атоми найбільш електронегативних елементів;
- Б) об'єднанню двох валентних електронних хмар;
- В) хімічного зв'язку, що виникає при електростатичному притяганні двох різнойменних йонів — катіона й аніона;
- Г) поєднання двох атомів Гідрогену.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 36

Тема уроку: Білки — структурна основа біосистем. Види хімічних зв'язків у білках. Праці О. Я. Данилевського, Е. Фішера, Ф. Сенгера, Л. Полінга.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про білки як структурну основу біосистем, ознайомити з працями О. Я. Данилевського, Е. Фішера, Ф. Сенгера, Л. Полінга.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати білки як структурну основу біосистем.

Базові поняття і терміни: білки, хімічні зв'язки.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Білки — структурна основа біосистем.	
2. Види хімічних зв'язків у білках.	
3. Праці О. Я. Данилевського, Е. Фішера, Ф. Сенгера, Л. Полінга.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап _____

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності _____

► Обговорення запитання

Яку роль відіграють в організмах білки?

Вивчення нового матеріалу _____

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Білки — структурна основа біосистем.

Живий організм характеризується вищим ступенем упорядкованості та унікальною структурною організацією, що забезпечує усе різноманіття біологічних функцій. У цій структурно-функціональній єдності організмів білки відіграють щонайважливішу роль, яку не можуть замінити інші органічні сполуки.

Білки — це високомолекулярні нітрогеновмісні органічні речовини, молекули яких складаються із залишків амінокислот. Назва «протеїни» (від грец. «протос» — перший, найважливіший) більш точно відображає першорядне біологічне значення цього класу речовин.

Жива природа характеризується низкою властивостей, за якими вона відрізняється від неживої природи. Майже всі ці властивості пов'язані з білками. Життя неможливе без обміну речовин, в основі якого лежить діяльність каталітично активних білків — ферментів. Білки є основою

структури і функції живих організмів. За образним висловлюванням одного з основоположників молекулярної біології Ф. Кріка, білки важливі насамперед тому, що «вони можуть виконувати найрізноманітніші функції, причому з неабиякою легкістю і витонченістю».

Каталітична функція білків. До 1995 року було ідентифіковано понад 3400 ферментів. Більшість відомих сьогодні ферментів, які називають біологічними каталізаторами, є білками. Ця функція білків, хоча й не виявилася унікальною, визначає швидкість хімічних реакцій у біологічних системах.

Транспортна функція білків. Дихальну функцію крові, зокрема перенесення кисню, здійснюють молекули гемоглобіну — білки еритроцитів. У транспорті ліпідів беруть участь альбуміни сироватки крові. Ряд інших сироваткових білків утворюють комплекси з жирами, міддю, залізом, тироксином, вітаміном А та іншими сполуками, забезпечуючи їхню доставку до відповідних органів-мішеней.

Захисна функція білків. Основну функцію захисту в організмі виконує імунна система, яка забезпечує синтез специфічних захисних білків-антитіл у відповідь на надходження в організм бактерій, токсинів, вірусів або чужорідних білків. Висока специфічність взаємодії антитіл з антигенами (чужорідними речовинами) за типом білок-білкова взаємодія сприяє розпізнаванню та нейтралізації біологічної дії антигенів. Захисна функція білків виявляється й у здатності ряду білків плазми крові, зокрема фібриногену, до зсідання. У результаті зсідання фібриногену утворюється згусток крові, що убезпечує від втрати крові при пораненнях.

Скоротлива функція білків. В акті м'язового скорочення і розслаблення бере участь безліч білкових речовин. Однак головну роль у цих життєво важливих процесах відіграють актин і міозин — специфічні білки м'язової тканини. Скоротлива функція властива не тільки м'язовим білкам, але й білкам цитоскелета, що забезпечує щонайтонші процеси життєдіяльності клітин (розбіжність хромосом у процесі мітозу).

Структурна функція білків. Білки, що виконують структурну (опорну) функцію, займають перше місце — за кількістю — серед інших білків тіла людини. З-поміж них найважливішу роль відіграють фібрилярні білки, зокрема колаген у сполучній тканині, кератин у волосі, нігтях та шкірі, еластин у судинній стінці тощо. Велике значення мають комплекси білків з вуглеводами у формуванні ряду секретів: мукоїдів, муцину тощо. У комплексі з ліпідами (зокрема, з фосfolіпідами) білки беруть участь у утворенні біомембран клітин.

Гормональна функція. Обмін речовин в організмі регулюється різноманітними механізмами. У цій регуляції важливе місце посідають гормони, що синтезуються не тільки в залозах внутрішньої секреції, але й у багатьох інших клітинах організму. Ряд гормонів представлений білками або поліпептидами, наприклад гормони гіпофіза, підшлункової залози тощо. Деякі гормони є похідними амінокислот.

Живильна (резервна) функція. Цю функцію виконують так звані резервні білки, які є джерелом живлення для плода, наприклад білки яйця (овальбуміни). Основний білок молока (казеїн) також виконує переважно

живильну функцію. Ряд інших білків використовуються в організмі як джерело амінокислот, які у свою чергу є попередниками біологічно активних речовин, що регулюють процеси метаболізму.

Крім того, білки виконують й інші життєво важливі функції.

2. Види хімічних зв'язків у білках.

Залишки амінокислот у білках з'єднані між собою пептидним зв'язком, що утворюється між аміногрупою однієї амінокислоти та карбоксильною групою іншої. Це міцний ковалентний зв'язок. Окрім сильних ковалентних взаємодій існують ще й слабкі, які стабілізують просторову структуру білків. До них належать: йонні, водневі, гідрофільно-гідрофобні зв'язки, взаємодії Ван дер Ваальса.

Велике значення має також здатність атомів Сульфуру утворювати ковалентний зв'язок один з одним. Наприклад, дві молекули амінокислоти цистеїн, що розташовані в різних ділянках білкової молекули або в різних білкових ланцюжках, утворюють дисульфідний зв'язок, який стабілізує просторову структуру молекули. Дисульфідні містки відіграють важливу роль у формуванні таких білків, як гормон інсулін, та імуноглобулінів.

3. Праці О. Я. Данилевського, Е. Фішера, Ф. Сенгера, Л. Полінга.

Олександр Якович Данилевський (1838–1923) — видатний біохімік. Його праці в основному присвячені ферментам, хімії білків та питанням харчування. Він уперше здійснив поділ амілази й трипсину підшлункової залози, застосувавши розроблений ним метод вибіркової адсорбції трипсину на частинках колоїду. Учений показав колоїдну природу ферментів. Він експериментально довів, що дія соку підшлункової залози на білки являє собою реакцію гідролізу, у результаті якої білки розщеплюються до пептонів. Олександр Якович з'ясував також зворотність цього процесу й уперше здійснив ферментативний синтез білків з пептонів.

Данилевський розробив метод витягання основного м'язового білка — міозину — і детально вивчив його. Він досліджував також білки печінки, нирок та мозку.

Оригінальна теорія будови білкової молекули (1888), яку сформулював Олександр Данилевський, частково передбачила поліпептидну теорію Е. Фішера (1902).

Еміль Фішер (1852–1919) — лауреат Нобелівської премії 1902 року.

Еміль Фішер вивчив похідні пурину, який становить одну зі структурних основ цього класу речовин. Він синтезував природні похідні пурину: алкалоїди кофеїн, теобромін і теофілін та компоненти життєдіяльності тварин — ксантин, гіпоксантин, сечову кислоту, аденін і гуанін (дві останні речовини — компоненти нуклеїнових кислот). Учений синтезував і сам пурин (1898).

Він перший визначив конфігурацію всіх природних моносахаридів. До 1890 року Фішер здійснив повний синтез манози, фруктози й глюкози.

Дослідник запропонував зручну номенклатуру цукрів, а також прості формули (просторові формули Фішера) та їхню класифікацію. Розробив методи синтезу найважливіших похідних цукрів — глюкозидів, до яких належать нуклеотиди й багато природних фізіологічно активних речовин.

У 1902 році Еміль Фішер був удостоєний Нобелівської премії «на знак визнання особливих заслуг, пов'язаних із синтезом цукрів та пуринів». Він належав до числа тих учених, яких повторно висували на Нобелівську премію. Це було в 1916 і 1919 роках.

У своїй Нобелівській лекції Фішер заявив, що «поступово завіса, за допомогою якої Природа приховувала свої секрети, була відкрита в питаннях, що стосуються вуглеводів. Незважаючи на це, хімічна загадка Життя не може бути розв'язана доти, доки органічна хімія не вивчить інший, більш складний предмет — білки».

Еміль Фішер активно вивчав білки. Він розробив методи поділу й аналізу амінокислот і встановив число амінокислот, з яких будуються молекули білків, а також з'ясував взаємозв'язок між цими амінокислотами. Учений синтезував перші поліпептиди та класифікував понад 40 типів білків, спираючись на кількість і типи амінокислот, що утворилися при їхньому гідролізі.

Пізніше Фішер з'ясував, що ферменти реагують тільки з тими речовинами, з якими мають хімічну спорідненість. Це дозволило йому сформулювати широковідоме положення про фермент-субстратну відповідність за принципом «ключ — замок». Він уперше використав ферменти для синтезу хімічних речовин, а здатність ферменту реагувати лише з однією зі стереоізомерних форм оптично активної речовини використовував для створення методу поділу стереоізомерів.

У 1903 році Фішер синтезував снодійний засіб — веронал (пізніше названий барбіталом).

Праці Емілія Фішера визначили основні підходи й напрямки в розвитку хімічних досліджень ХХ ст. трьох найважливіших класів природних речовин — нуклеотидів, білків та вуглеводів.

Фредерик Сенгер (народився в 1918 р.) — англійський біохімік, двічі лауреат Нобелівської премії — у 1958 і 1980 роках (разом з У. Гілбертом та П. Бергом). Його основні праці присвячені хімії білка та нуклеїнових кислот.

Із 1945 року Сенгер вивчав структуру інсуліну. Учений з'ясував, що інсулін має загальну формулу $C_{337}N_{65}O_{75}S_6$, три сульфідні містки й складається з двох ланцюгів: ланцюга А, що містить 21 амінокислотний залишок, і ланцюга В, що містить 30 амінокислотних залишків. Ці праці стали основою для синтетичного отримання інсуліну та інших гормонів.

У 1965 році Сенгер запропонував мітити РНК і ДНК, призначені для структурних досліджень, радіоактивним ізотопом Фосфору ^{32}P , що дозволило здійснювати роботи з надзвичайно малою кількістю матеріалу. У 1977 році він запропонував метод розшифровки первинної структури ДНК, заснований на ферментативному синтезі високорадіоактивної комплексної послідовності ДНК на досліджуваній одонитчастій ДНК як на матриці.

Лайнус Полінг (1901–1994) — біохімік, лауреат Нобелівської премії 1954 року.

Наукові праці Полінга присвячені головним чином вивченню будови молекул та природи хімічного зв'язку методами квантової механіки. Його перші дослідження стосувалися кристалографії. Полінг обчислював величини йонних радіусів, склав їхні таблиці, сформулював деякі загальні правила утворення йонних кристалічних структур. За роботу в цій ділянці він перший отримав премію І. Ленгмюра (1931).

Поряд з американським фізиком-хіміком Дж. Слетером Полінг розробив квантово-механічний метод вивчення й опису структури молекул — метод валентних зв'язків (1931–1934).

Полінг створив теорію резонансу, сутність якої полягає в тому, що не кожну молекулу можна описати за допомогою лише однієї електронної структури. У таких випадках «різні можливі електронні структури перебувають у стані резонансу», тобто справжня структура молекули — це проміжний стан між двома або більше структурами.

Полінг висунув ідею гібридизації електронних орбіталей. Велике значення має розроблена ним шкала електронегативності хімічних елементів, за якою можна оцінювати енергію хімічного зв'язку та робити висновки про її стійкість.

У 1939 році Полінг видав книгу «Природа хімічного зв'язку», що стала однією з найвідоміших монографій, присвячених сучасній структурній хімії.

Із 1940-х років Полінг починає цікавитися питаннями біохімії. Він вивчає структуру складних молекул живих тканин. Разом із Дж. Д. Берналом та У. Бреггом Полінг заклав основи структурного аналізу білкових молекул. Він розробив уявлення про структуру поліпептидного ланцюга в білках, уперше висловив думку про його спіральну будову й зробив опис альфа-спіралі (у 1951, разом з американським біохіміком Р. Б. Корі).

Полінг досліджував гемоглобін, відкрив молекулярні аномалії при деяких хворобах крові (серпоподібноклітинної анемії). Він досліджував дезоксирибонуклеїнову кислоту, структуру антитіл, природу імунологічних реакцій, цікавився проблемами еволюційної біології.

У 1954 році за проведення досліджень, які намітили основні шляхи застосування новітніх досягнень фізики й хімії в біології та медицині, Полінг був удостоєний Нобелівської премії. У своїй Нобелівській лекції він говорив про те, що майбутні хіміки будуть «спиратися на нову структурну хімію, зокрема на точно визначені геометричні взаємозв'язки між атомами в молекулах, і суворе застосування нових структурних принципів».

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Уперше до такої теми включена згідно з програмою інформація про праці О. Я. Данилевського, Е. Фішера, Ф. Сенгера, Л. Полінга. Важливо розповісти про їхній внесок у вивчення органічних сполук так, щоб ця інформація могла бути використана на наступних уроках.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити коротку інформацію про білки як структурну основу біосистем.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Чому білки називають також «протеїнами»?
- Які функції властиві тільки білкам?
- Яка каталітична функція білків?
- Які зв'язки беруть участь у формуванні молекули білка?
- Хто вперше здійснив поділ амілази й трипсину підшлункової залози, застосувавши метод вибіркової адсорбції трипсину на частинках колоїду?
- Хто сформулював широковідоме положення про фермент-субстратну відповідність за принципом «ключ — замок»?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Хто розробив уявлення про структуру поліпептидного ланцюга в білках, уперше висловив думку про його спіральну будову і дав опис альфа-спіралі?

- А) О. Я. Данилевський;
- Б) Е. Фішер;
- В) Ф. Сенгер;
- Г) Л. Полінг.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Амінокислотний склад білків. Будова та хімічні властивості амінокислот. Класифікація амінокислот.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про амінокислотний склад білків, будову, хімічні властивості та класифікацію амінокислот.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати амінокислотний склад білків, будову, хімічні властивості та класифікацію амінокислот.

Базові поняття і терміни: білки, амінокислоти.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Амінокислотний склад білків.	
2. Будова та хімічні властивості амінокислот.	
3. Класифікація амінокислот.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про склад білкової молекули?

Вивчення нового матеріалу

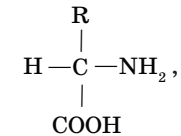
► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Амінокислотний склад білків.

У процесі біосинтезу білка до його складу входить 20 амінокислот: аланін (Ala), аргінін (Arg), аспарагінова кислота (Asp), аспарагін (Asn),

валін (Val), гістидин (His), гліцин (Gly), глютамінова кислота (Glu), глютамін (Gln), ізолейцин (Ile), лейцин (Leu), лізин (Lys), метіонін (Met), пролін (Pro), серин (Ser), тирозин (Tyr), треонін (Thr), Ттриптофан (Trp), фенілаланін (Phe), цистеїн (Cys).

У кожній з амінокислот, які беруть участь у синтезі білка, містяться аміногрупа —NH_2 та карбоксильна група —COOH . Ці амінокислоти мають спільну формулу:



де R — радикал, у кожній амінокислоті він свій, а решта частина молекули — однакова.

Серед амінокислот є такі, які організм людини й тварин синтезувати не може, вони називаються незамінними й обов'язково повинні надходити в організм із їжею.

Незамінними для людини й тварин є сім амінокислот: валін, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан і фенілаланін, а в дитячому віці незамінними також є амінокислоти аргінін і гістидин.

Амінокислоти можуть з'єднуватися одна з одною за допомогою спільних для них груп: аміногрупа однієї амінокислоти з'єднується з карбоксильною групою іншої амінокислоти, під час їхнього з'єднання виділяється молекула води. Між амінокислотами, що з'єдналися, виникає зв'язок —C—N— , який називають пептидним, а сполуку кількох амінокислот, що утворилася, називають пептидом. Сполуку, утворену з великої кількості амінокислот, називають поліпептидом. Білок може являти собою один або кілька поліпептидів. До складу більшості білків входить 300–500 амінокислотних залишків, але є й більші білки, що складаються з 1500 і більше амінокислот.

Білки відрізняються за числом амінокислот і порядком їхнього чергування у поліпептидному ланцюзі.

2. Будова та хімічні властивості амінокислот.

Усі амінокислоти, що існують у природі, мають спільну властивість — амфотерність (від грец. «амфотерос» — і один, і другий, обидва), тобто кожна амінокислота містить щонайменше одну кислотну й одну основну групи.

Як видно із загальної формули, амінокислоти будуть відрізнятися одна від одної хімічною природою радикала R, що представляє групу атомів у молекулі амінокислоти, яка пов'язана з α -вуглецевим атомом і не бере участі в утворенні пептидного зв'язку при синтезі білка.

Майже всі α -аміно- й α -карбоксильні групи беруть участь в утворенні пептидних зв'язків білкової молекули, втрачаючи при цьому свої специфічні для вільних амінокислот кислотно-основні властивості. Тому вся різноманітність особливостей структури й функції білкових молекул пов'язана з хімічною природою та фізико-хімічними властивостями ра-

дикалів амінокислот. Саме внаслідок цього білки мають ряд унікальних функцій, нехарактерних для інших біополімерів, та володіють хімічною індивідуальністю.

Кислотно-основні властивості амінокислот визначають багато фізико-хімічних і біологічних властивостей білків. Окрім того, на цих властивостях засновані майже всі методи виділення та ідентифікації амінокислот. Амінокислоти легко розчиняються у воді. Вони кристалізуються з нейтральних водних розчинів у формі біполярних (амфотерних) йонів (цвіттер-йонів), а не у вигляді недисоційованих молекул (останню структуру наводять для зручності представлення, однак усі амінокислоти при фізіологічних значеннях pH мають структуру цвіттер-іона).

При розчиненні у воді кристалічна амінокислота може реагувати або як кислота (донатор протона), або як основа (акцептор протона).

3. Класифікація амінокислот.

Класифікація амінокислот розроблена на основі хімічної будови радикалів, хоча пропонувалися й інші принципи. Розрізняють ароматичні й аліфатичні амінокислоти, а також амінокислоти, що містять сірку або гідроксильні групи.

Часто класифікація заснована на природі заряду амінокислоти. Якщо радикал нейтральний (такі амінокислоти містять тільки одну аміно- й одну карбоксильну групи), то її називають нейтральною амінокислотою. Якщо амінокислота містить надлишок аміно- або карбоксильних груп, то її називають відповідно основною або кислотою амінокислотою.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Виникає проблема швидкого запам'ятовування 20 амінокислот, що входять до складу білка. Але знання назв амінокислот потрібне для розуміння наступних тем, тому слід звернути на них особливу увагу.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має включати перелік амінокислот, що входять до складу білка, загальну формулу амінокислоти, короткий перелік властивостей амінокислот.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Основні помилки пов'язані з неправильною вимовою назв амінокислот і нерозумінням їхніх хімічних властивостей.

► Запитання для повторення та обговорення

- Коли та як був розшифрований амінокислотний склад білків?
- Які амінокислоти входять до складу білка?
- Які спільні властивості мають амінокислоти?
- Як радикали амінокислот впливають на хімічну природу та фізико-хімічні властивості білків?
- За якими принципами проводять класифікацію амінокислот?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

До амінокислот належить:

- А) аденін;
- Б) гуанін;
- В) аспарагін;
- Г) цитозин.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 38

Тема уроку: Рівні структурної організації білкової молекули. Фактори підтримання та зміни конформації білка. Фізико-хімічні властивості білків. Лабораторна робота № 6. Дія солей важких металів на білки. Лабораторна робота № 9. Реакції осадження білків: осадження білків при нагріванні, концентрованими неорганічними кислотами, органічними розфакторами, алкалоїдними речовинами.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про рівні структурної організації білкової молекули, фактори підтримання та зміни конформації білка й фізико-хімічні властивості білків.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати рівні структурної організації білкової молекули, фактори підтримання та зміни конформації білка, фізико-хімічні властивості білків.

Базові поняття і терміни: структурна організація, первинна, вторинна, третинна, четвертинна структура білка, конформація білкової молекули.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	14 хв.
1. Рівні структурної організації білкової молекули.	
2. Фактори підтримання та зміни конформації білка.	
3. Фізико-хімічні властивості білків.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	14 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про просторову структуру молекул?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Рівні структурної організації білкової молекули.

Первинна структура білка представлена поліпептидним ланцюгом. У первинній структурі всі зв'язки між амінокислотами ковалентні й, отже, міцні. Первинною структурою білка називають число й послідовність амінокислот у поліпептидному ланцюзі.

Вторинна структура білка — це спосіб упакування первинної структури в альфа-спіраль або бета-шар. Альфа-спіраль утворюється в результаті формування водневих зв'язків між —СО та —NH групами, розташованими на різних витках спіралі. Бета-шар утворюється в результаті формування водневих зв'язків між —СО-групами одного поліпептидного ланцюга та —NH-групами іншого поліпептидного ланцюга. У результаті безліч поліпептидних ланцюгів можуть розміщуватися поруч, формуючи бета-шар.

Наступний рівень упакування білкової молекули — третинний — характерний для білків, у яких вторинна структура представлена альфа-спіраллю. У білків, що мають бета-шар, третинна структура не виражена.

Третинна структура білка — це спосіб упакування альфа-спіралі в просторову глобулу. Третинна структура білка стабілізується завдяки гідрофільно-гідрофобним та ковалентним дисульфідним —S—S-зв'язкам, які виникають між атомами сірки в амінокислоті цистеїн.

Спосіб спільного упакування кількох поліпептидних ланцюгів називають четвертинною структурою білка. Четвертинна структура виникає тому, що макромолекули білка незрідка виявляються приєднаними

до макромолекули такого самого білка або до молекули інших білків. Наприклад, складна молекула гемоглобіну — білка, що міститься в еритроцитах, складається з чотирьох макромолекул глобінів, кожна з яких з'єднана із залізовмісним гемом. У результаті їхнього об'єднання й утворюється молекула гемоглобіну, яка здатна здійснювати транспорт газів.

Якщо пептидні ланцюги укладені у вигляді клубка, то такі білки називають глобулярними. Якщо поліпептидні ланцюги укладені в пучки ниток, то вони мають назву фібрилярних білків.

2. Фактори підтримання та зміни конформації білка.

Починаючи із вторинної структури, просторова конформація макромолекули білка підтримується в основному слабкими хімічними зв'язками. Під впливом зовнішніх факторів, наприклад зміни температури, сольового складу середовища, рН, під дією радіації та інших факторів, слабкі зв'язки, що стабілізують макромолекулу, рвуться, і структура білка та його властивості змінюються. Цей процес називають денатурацією.

Денатурація — це порушення природної (нативної) структури білка. Якщо порушуються усі структури білка, включно із первинною, — то таку денатурацію називають незворотною. Але існують й процеси зворотної денатурації. При збереженні первинної структури білка після усунення денатураційного фактора багато білків здатні повернути свою природну форму. Такий процес називають ренатурацією.

Третинна структура білків надзвичайно важлива для виконання ними їхніх біологічних функцій.

3. Фізико-хімічні властивості білків.

Найхарактернішими фізико-хімічними властивостями білків є висока в'язкість розчинів, незначна дифузія, здатність до набрякання в значних межах, оптична активність, рухливість в електричному полі, низький осмотичний тиск і високий онкотичний тиск (онкотичний тиск [від грец. «онко-терос» — напружений, збільшений] — це колоїдно-осмотичний тиск, частка осмотичного тиску, спричинена високомолекулярними компонентами розчину), здатність до поглинання ультрафіолетових променів при 280 нм.

Білки, як і амінокислоти, амфотерні. Для них характерні всі властивості кислот і основ. Залежно від реакції середовища й співвідношення кислот та основних амінокислот білки в розчині несуть або негативний, або позитивний заряд, рухаючись до анода або катода. Цю властивість використовують при очищенні білків методом електрофорезу.

Білки мають явно виражені гідрофільні властивості. Розчини білків характеризуються дуже низьким осмотичним тиском, високою в'язкістю і незначною здатністю до дифузії. Білки здатні до набрякання в дуже великих межах.

Молекули білка не здатні проникати крізь напівпроникні штучні мембрани (целофан, пергамент, колодій), а також біомембрани рослинних і тваринних тканин, хоча при органічних ураженнях, наприклад нирок, капсула ниркового клубочка (Шумлянського—Боумена) стає проникною для альбумінів сироватки крові й останні з'являються в сечі.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Учні часто не розуміють, що вторинна й наступні структури білка є способами його упакування. Незрідка учні починають визначати ці структури зі слів: «Вторинна структура — це коли...» Слід також звернути увагу на те, що четвертинна структура характерна не для всіх білків, а тільки для тих, що складаються з кількох поліпептидних ланцюгів.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має включати визначення структур білка й короткий перелік фізико-хімічних властивостей білків.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Робота із зошитом**

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести лабораторні роботи № 6 «Дія солей важких металів на білки» і № 9 «Реакції осадження білків: осадження білків при нагріванні, концентрованими неорганічними кислотами, органічними розфакторами, алкалоїдними речовинами» (ЗЛПР, с. 9, с. 14).

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки, які учні роблять під час вивчення цієї теми, пов'язані в основному з нерозумінням того, які зв'язки стабілізують первинну, вторинну й третинну структуру білка.

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Які рівні структурної організації білкової молекули ви знаєте?
- Які зв'язки стабілізують первинну структуру білка?
- У яких білків не виражена третинна структура?
- Чому виникає четвертинна структура білка?
- Які фактори підтримання і зміни конформації білка ви знаєте?
- Що таке денатурація? Яку денатурацію називають незворотною?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Найхарактернішими фізико-хімічними властивостями білків є:

- А) низька в'язкість розчинів;
- Б) значна дифузія;
- В) оптична активність;
- Г) високий осмотичний тиск.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 39

Тема уроку: Пептиди: механізм утворення та фізіологічне значення. Штучний синтез пептидів.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про пептиди, механізми їхнього утворення, фізіологічне значення, штучний синтез.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати механізм утворення та фізіологічне значення пептидів, штучний синтез пептидів.

Базові поняття і терміни: пептиди, штучний синтез.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Механізм утворення та фізіологічне значення пептидів.	
2. Штучний синтез пептидів.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► **Обговорення запитання**

Чи можна дві амінокислоти, з'єднані пептидним зв'язком, назвати білком?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Механізм утворення та фізіологічне значення пептидів.

Пептиди (від грец. «пептос» — перетравлений) — це органічні речовини, молекули яких побудовані із залишків α -амінокислот, з'єднаних у ланцюг пептидними зв'язками. Це природні або синтетичні сполуки, що містять десятки, сотні або тисячі мономерних ланок — амінокислот. Поліпептиди складаються із сотень амінокислот і називаються білками.

Олігопептиди складаються з невеликої кількості амінокислот (не більше 10–50) і простих пептидів (до 10).

Такі низькомолекулярні пептиди виконують низку специфічних біологічних функцій. Є пептиди, що регулюють гормональну активність (вазопресин, окситоцин, кортикотропін, глюкагон, кальцитонін, меланоцитстимулюючий гормон, рилізінг-фактори гіпоталамуса), пептиди, що беруть участь у процесі травлення (зокрема, гастрин і секретин), нейропептиди, що беруть участь у біохімічних механізмах пам'яті, навчання, страху.

З екстрактів тканини передсердя серця людини й тварин були виділені біологічно активні пептиди, що регулюють тонус судинної системи та електролітний обмін.

2. Штучний синтез пептидів.

Класичний синтез пептидів здійснюється у розчині. Сьогодні розроблена стратегія синтезу пептидів, яка полягає у використанні на відповідних етапах захисту (блокування) одних та активації інших функціональних груп. Активними повинні бути функціональні групи, що утворюють амідний зв'язок, тобто карбоксильна група однієї амінокислоти й аміногрупа іншої амінокислоти.

Твердофазний синтез пептидів за Мерріфілдом проводять на твердому полімерному носії, до якого перша амінокислота прикріплюється карбоксильною групою.

Надалі здійснюють нарощування довжини поліпептидного ланцюга. Відмивання від домішок роблять прямо на носії й після закінчення синтезу поліпептид знімають із носія. Усі експериментальні операції автоматизують, що скорочує час синтезу пептидів.

Широке застосування, особливо в харчовій промисловості, як заміник цукру отримав штучний дипептид, що складається з L-ізомерів аспарагінової кислоти й метилового ефіру фенілаланіну, названий аспартамом. Аспартам у сотні разів солодший, ніж цукор, і легко розкладається в організмі на дві вільні амінокислоти, зовсім не шкідливі для організму; тому він рекомендований як заміник цукру хворим на діабет. Це приклад пептиду, що має величезний біологічний ефект.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

У програмі вперше представлена окрема тема, присвячена олігопептидам. Учні не завжди розуміють відмінності між олігопептидами й поліпептидами — білками. На цьому питанні слід зупинитися більш докладно.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про значення та штучний синтез пептидів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Яке фізіологічне значення пептидів?
- Чим поліпептиди відрізняються від олігопептидів?
- Які функції виконують низькомолекулярні пептиди?
- Чи можуть низькомолекулярні пептиди мати гормональну активність?
- Як здійснюється класичний синтез пептидів?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Гастрин і секретин — це низькомолекулярні пептиди, які:

- А) беруть участь у процесі травлення;
- Б) мають гормональну активність;
- В) беруть участь у біохімічних механізмах пам'яті;
- Г) беруть участь у біохімічних механізмах навчання.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Класифікація білків. Загальна характеристика функцій білків у живих системах.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про класифікацію білків, їхні функції.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати класифікацію та функції білків.

Базові поняття і терміни: білки, інтерферон, антитіла.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Класифікація білків.	
2. Загальна характеристика функцій білків у живих системах.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Яку роль відіграють в організмі людини антитіла?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Класифікація білків.

За складом білки поділяють на прості, які утворені тільки з амінокислотних залишків (протеїни), та складні (протеїди). Складні білки можуть містити йони металічного елемента (металопротеїди) або пігмент (хромопротеїди), утворювати міцні комплекси з ліпідами (ліпопротеїни), нуклеїновими кислотами (нуклеопротеїди), а також ковалентно зв'язувати

залишок ортофосфатної кислоти (фосфопротеїди), вуглеводу (глікопротеїни) або нуклеїнової кислоти (геноми деяких вірусів).

Відповідно до функціонального принципу розрізняють 12 головних класів білків: каталітично активні білки (ферменти); білки-гормони (хоча є й стероїдні гормони); білки—регулятори активності геному; захисні білки (антитіла, білки зсідальної та антизсідальної систем крові); токсичні білки; транспортні білки; мембранні білки; скоротливі білки; рецепторні білки; білки—інгібітори ферментів; білки вірусної оболонки; білки з іншими функціями.

2. Загальна характеристика функцій білків у живих системах.

Структура білків дає їм змогу виконувати різноманітні біологічні функції.

Ферментативна функція. Усі біологічні реакції в клітині протікають за участю особливих біологічних каталізаторів — ферментів. Ферменти — це глобулярні білки, здатні прискорювати хімічні реакції в клітині в десятки й сотні тисяч разів.

Структурна функція. Білки входять до складу всіх мембран, що оточують і пронизують клітину, та всіх її органел. Розчини низькомолекулярних білків входять до складу рідких фракцій клітин.

Транспортна функція. У крові, зовнішніх клітинних мембранах, у цитоплазмі та ядрах клітин є різні транспортні білки.

У крові є білки-транспортери, які розпізнають і зв'язують певні гормони та несуть їх до певних клітин. Такі клітини оснащені рецепторами, що розпізнають ці гормони.

У зовнішніх клітинних мембранах є білки-транспортери, які забезпечують активний і строго вибіркового транспорту усередину й назовні клітини різних речовин та йонів.

Саме з білками пов'язане перенесення кисню і вуглекислого газу в тілі тварин і людини, його здійснює білок крові — гемоглобін.

Рухова функція. Усі види рухових реакцій клітини виконують особливі скоротливі білки, які обумовлюють скорочення мускулатури, рух джгутиків і війок у найпростіших, переміщення хромосом при поділі клітини, рух рослин.

Захисна функція. Багато білків утворюють захисний покрив, що оберігає організм від шкідливих впливів, наприклад рогові утворення — волосся, нігті, копита, роги. Це механічний захист. У відповідь на проникнення в організм чужорідних агентів (антигенів) у клітинах крові виробляються речовини білкової природи (антитіла), які знищують їх, убезпечуючи організм від ушкодження. Це імунологічний захист.

У клітинах людини й тварин синтезуються спеціальні противірусні білки — інтерферони.

Енергетична функція. Білки можуть служити джерелом енергії. Розщеплюючись до кінцевих продуктів розпаду — діоксиду вуглецю, води й азотвмісних речовин, вони виділяють енергію, необхідну для багатьох життєвих процесів у клітині. При розпаді 1 г білка до кінцевих продуктів виділяється близько 17 кДж. Однак білки використовуються як джерело енергії, зазвичай, тоді, коли вичерпуються інші джерела — вуглеводи й жири.

Гормональна функція. Білки можуть бути регуляторами фізіологічних процесів — гормонами. Багато гормонів є білками, наприклад, гормон росту, адренокортикотропний гормон (АКТГ), тиреотропний гормон (ТТГ) та інші гормони гіпофіза, а також ліберини й статини гіпоталамуса, які підсилюють або пригнічують синтез і вихід у кров гормонів гіпофіза.

Білками є й гормони, що виробляються у спеціальних клітинах підшлункової залози, — інсулін і глюкагон.

Регуляторна функція. Відома велика група білкових факторів росту, які активують ферменти синтезу ДНК у клітинах і таким чином підсилюють поділ клітин. Це важливо для відновлення тканин при пораненнях, а також після операцій. Але надлишковий синтез факторів росту може призводити до занадто інтенсивного поділу клітин — до їхнього злоякісного росту, виникнення злоякісних пухлин.

Блокувати надлишковий синтез деяких факторів росту або пригнічувати їхню дію — означає зупинити ріст злоякісної пухлини. На цьому шляху вчені шукають нові способи лікування раку.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Вивчення нового матеріалу може бути побудоване не тільки на розповіді вчителя, але й на роботі з текстом підручника, роботі в групах, які обговорюють ті чи інші запитання. Наприклад: «Які біологічні функції виконують білки?»

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Головною проблемою під час вивчення цієї теми є дефіцит часу. Слід приділити більше уваги класифікації білків, про яку школярі ще не знають, і менше часу витрачати на обговорення біологічних функцій білків, з якими учні вже частково знайомі.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має включати принцип класифікації білків та перелік їхніх функцій.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Учні помиляються, формулюючи визначення простих і складних білків.

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Яка структура білка забезпечує виконання ним його біологічних функцій?
- Чому білки можуть виконувати надзвичайно різноманітні біологічні функції?
- Яка біологічна функція характерна тільки для білків?
- Який принцип покладений в основу класифікації білків?
- Які функції виконують антитіла?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Клітини виробляють інтерферон у відповідь на проникнення:

- А) бактерій;
- Б) вірусів;
- В) гормонів;
- Г) отрут.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 41

Тема уроку: Ферменти: класифікація, властивості, механізм дії. Інгібітори ферментів. Використання ферментів. Лабораторна робота № 7. Роль ферментів у біохімічних реакціях. Практична робота № 7. Вивчення білкової природи ферментів. Властивості ферментів (вплив температури, рН, активаторів та інгібіторів на активність амілази слини).

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про ферменти.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати класифікацію, властивості та механізм дії ферментів.

Базові поняття і терміни: ферменти, інгібітори.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Класифікація, властивості та механізм дії ферментів.	
2. Інгібітори ферментів.	
3. Використання ферментів.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що станеться, якщо швидкості реакцій, які протікають в організмі, сповільняться?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Класифікація, властивості та механізм дії ферментів.

Ферменти — це білкові молекули, що є біологічними каталізаторами. Вони наявні у всіх живих клітинах і сприяють перетворенню одних речовин (субстратів) на інші (продукти). Ферменти виступають у ролі каталізаторів майже у всіх біохімічних реакціях, що протікають у живих організмах.

Ферменти називають також ензимами (від латин. *fermentum* — закваска, від грец. «ен» — всередині та «зіме» — дріжджі, закваска). Терміни «фермент» і «ензим» учені використовують як синоніми, однак наука про ферменти називається ензимологією, а не ферментологією.

Спочатку ферменти поділяли на дві групи: гідролази, що прискорюють гідролітичні реакції, та десмолази, що прискорюють реакції негідролітичного розпаду. Потім пробували розділити ферменти на класи за числом субстратів, що беруть участь у реакції. Згідно із цим, ферменти класифікували на три групи.

Каталізуючі перетворення двох субстратів одночасно в обох напрямках: $A + B \leftrightarrow C + D$.

Прискорювальні перетворення двох субстратів у прямій реакції й одного у зворотній: $A + B \leftrightarrow C$.

Такі, що забезпечують каталітичну видозміну одного субстрату як у прямій, так і у зворотній реакції: $A \leftrightarrow B$.

Одночасно розвивався напрямок, де в основу класифікації ферментів був покладений тип реакції, що підлягає каталітичному впливу. Поряд з ферментами, що прискорюють реакції гідролізу (гідролази), були вивчені ферменти, які беруть участь у реакціях перенесення атомів та атомних

груп (ферази), в ізомеризації (ізомерази), розщепленні (ліази), різних синтезах (синтетази) тощо. Такий напрямок у класифікації ферментів виявився найбільш плідним. За цим принципом у сучасній біохімії всі ферменти поділяють на класи.

До класу оксидоредуктаз відносять ферменти, які каталізують реакції окиснення-відновлення. Окиснення протікає як процес віднімання атомів Н (електронів) від субстрату, а відновлення — як приєднання атомів Н (електронів) до акцептора. Якщо реакція протікає в анаеробних (без кисню) умовах, такий підклас оксидоредуктаз називають дегідрогеназами, а якщо реакція протікає в аеробних умовах (за наявності кисню), такий підклас називають оксидазами.

Трансферази прискорюють реакції перенесення функціональних груп і молекулярних залишків. До класу трансфераз входять ферменти, що прискорюють реакції перенесення функціональних груп і молекулярних залишків від однієї сполуки до іншої. Це один з найбільших класів: він нараховує близько 500 індивідуальних ферментів. Залежно від характеру груп, які переносяться, розрізняють фосфотрансферази, амінотрансферази, глікозилтрансферази, ацилтрансферази, трансферази, що переносять одновуглецеві залишки (метилтрансферази, формілтрансферази), тощо. Наприклад, амідази прискорюють гідроліз амідів кислот. Серед них важливу роль у біохімічних процесах в організмі відіграють уреаза, аспарагіназа та глутаміназа.

Гідролази прискорюють реакції гідролітичного розпаду ефірних, пептидних, глікозидних та інших зв'язків у молекулах ліпідів, білків, вуглеводів, нуклеотидів. До гідролазів належать усі травні ферменти. Залежно від хімічної структури субстрату й характеру зв'язку, що розривається, гідролази поділяють на підкласи: естерази, фосфатази, глюкозидази, пептидгідролази. Естерази прискорюють гідроліз складних ефірів (різних ліпідів) на спирт і кислоту. Фосфатази каталізують гідролітичне відщеплення фосфорної кислоти від нуклеотидів і фосфорних ефірів вуглеводів. Глюкозидази прискорюють гідроліз складних вуглеводів. Пептидгідролази прискорюють гідроліз пептидних зв'язків у молекулах білків і пептидів.

Ліази прискорюють негідролітичне відщеплення від субстратів певних груп атомів з утворенням подвійного зв'язку (або приєднують групи атомів за подвійним зв'язком).

Ізомерази прискорюють просторові або структурні перебудови в межах однієї молекули.

Лігази прискорюють реакції синтезу, поєднані з розпадом багатих на енергію зв'язків.

Кожний фермент забезпечує одну або кілька реакцій одного типу. Наприклад, жири в травному тракті, а також усередині клітини розщеплюються спеціальним ферментом — ліпазою, що не діє на полісахариди й білки. Фермент амілаза, що розщеплює крохмаль або глікоген, не діє на жири. Кожна молекула ферменту здатна здійснювати від кількох тисяч до кількох мільйонів операцій за хвилину. У ході цих операцій фермент не витрачається і не змінюється.

За хімічною будовою розрізняють прості ферменти, які складаються тільки з амінокислот, і складні ферменти, які мають небілкову частину.

Такою небілковою частиною можуть бути, наприклад, вітаміни, йони цинку, магнію, заліза.

У процесі каталізуючої реакції в контакт із субстратом вступає не вся молекула ферменту, а певна її ділянка, яку називають активним центром. Ця зона молекули не складається з послідовності амінокислот, а формується при утворенні третинної структури ферменту. Окремі ділянки амінокислот зближуються між собою, утворюючи певну конфігурацію активного центру. Будова активного центру відповідає поверхні субстрату, а залишки амінокислот цієї зони ферменту здатні вступати в хімічну взаємодію з певними групами субстрату. Можна уявити, що активний центр ферменту збігається зі структурою субстрату, як замок і ключ.

Завдяки активному центру фермент може формувати із субстратом короточасний фермент-субстратний комплекс, що знижує енергію активації реакції. Саме це й сприяє тому, що реакція протікає набагато швидше.

Основна функція ферментів — прискорення швидкості протікання реакцій у десятки тисяч разів. Без ферментів процеси життєдіяльності неможливі.

Основною властивістю ферментів є їхня здатність утворювати за допомогою активного центру фермент-субстратний комплекс і прискорювати протікання реакції.

Однак є й інші важливі властивості ферментів:

- усі ферменти — глобулярні білки;
- вони прискорюють швидкість реакції, але самі в цій реакції не витрачаються;
- ферменти високо специфічні: один фермент може каталізувати тільки одну реакцію;
- їхня наявність не впливає ні на властивості, ні на природу кінцевого продукту (або продуктів) реакції;
- фермент завжди більший, ніж субстрат (або субстрати), з якими він взаємодіє;
- фермент взаємодіє із субстратом за допомогою активного центру — спеціальної ділянки, що за формою відповідає субстрату;
- дуже мала кількість ферменту викликає перетворення великих кількостей субстрату;
- каталізуюча реакція зворотна;
- активність ферментів залежить від *pH* середовища, температури, тиску та від концентрацій як субстрату, так і самого ферменту;
- є речовини, які можуть впливати на фермент і сповільнювати швидкість протікання реакції, такі речовини називають інгібіторами ферментів.

Існують дві гіпотези, які пояснюють, як діють ферменти. Одна з них називається гіпотезою «ключа й замка», а інша гіпотезою «руки й рукавички».

Згідно з першою гіпотезою, субстрат — це «ключ», що точно підходить до «замка» — ферменту. Найважливішою частиною «замка» є активний центр. Саме з ним і зв'язується субстрат, оскільки форма субстрату відповідає формі активного центру. Утворюється фермент-субстратний комплекс.

Це активований стан, що веде до утворення продуктів реакції. Утворені продукти за формою вже не відповідають активному центру. Вони відокремлюються від нього (надходять у навколишнє середовище), після чого вільний активний центр може приймати нові молекули субстрату.

2. Інгібітори ферментів.

Інгібітор ферментів — це природна або синтетична речовина, що пригнічує активність ферментів або повністю припиняє їхню діяльність. Більшість інгібіторів ферментів діють зворотно, тобто не змінюють молекулу ферменту після своєї дисоціації. Однак існують також незворотні інгібітори ферментів, які незворотно модифікують цільовий фермент.

Розрізняють конкурентне й неконкурентне інгібування. Так звані аналоги субстрату мають властивості, подібні до властивостей субстрату цільового ферменту. Вони зворотно блокують частину молекул ферменту, але не можуть далі перетворюватися на продукт. Оскільки субстрат та інгібітор конкурують за місце зв'язування на ферменті, цей тип гальмування називають конкурентним.

Якщо інгібітор реагує з функціонально важливою групою ферменту, не перешкоджаючи зв'язуванню субстрату, таке інгібування називають неконкурентним. Неконкурентні інгібітори діють, як правило, незворотно, оскільки вони модифікують функціональні групи цільового ферменту.

Інгібітори ферментів використовують для вивчення механізму дії ферментів, для лікування порушень обміну речовин, а також як пестициди.

3. Використання ферментів.

Людина активно використовує ферменти в промисловості. Перший патент на використання ферментних препаратів у промислових цілях був отриманий ще в 1891 році. Ферменти давно застосовують у харчовій та кондитерській промисловості для отримання тих чи інших продуктів, у текстильній промисловості — для вибілювання та обробки пряжі й бавовняних ниток.

Ферменти можна використовувати, не витягуючи їх із живих організмів, приміром, безпосередньо в бактеріальних клітинах. Цей спосіб, власне, є основою будь-якого мікробіологічного виробництва.

Біохіміки думали про те, як використовувати чисті препарати ферментів для того, щоб позбутися побічних реакцій, які супроводжують життєдіяльність мікроорганізмів. Створення виробництв, у яких використовуються ферменти в чистому вигляді як реактиви, дуже вигідне. Але є принципова складність: багато ферментів після їхнього витягування з клітини дуже швидко інактивуються, руйнуються.

Учені знайшли шляхи розв'язання цієї проблеми. Для того щоб зробити ферменти стійкими, придатними для багаторазового, тривалого промислового використання, їх приєднують за допомогою міцних хімічних зв'язків до нерозчинних або розчинних носіїв. Унаслідок цього ферменти стають стійкими й можуть бути використані багаторазово.

Створення таких ферментів — заслуга інженерної ензимології, одного з нових напрямів біотехнології. Сьогодні за допомогою методів інженерної ензимології в промисловості отримують, наприклад, глюкозо-фруктозні сиропи, напівсинтетичні пеніциліни, дієтичне безлактозне молоко.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Проблеми, які виникають під час вивчення цієї теми, пов'язані з великим обсягом матеріалу та рівнем його складності. Для заощадження часу уроку можна використовувати такий прийом: школярі заздалегідь читають новий матеріал, формулюють питання, що виникають у них під час читання, після чого урок зорганізовується на обговоренні саме цих питань.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має включати визначення ферментів, короткий перелік їхніх властивостей та принцип дії.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Робота із зошитом**

Під час узагальнення і систематизації знань слід провести лабораторну роботу № 7 «Роль ферментів у біохімічних реакціях» і практичну роботу № 7 «Визначення білкової природи ферментів. Властивості ферментів (вплив температури, pH , активаторів та інгібіторів на активність амілази слини)» (ЗЛПР, с. 9, с. 47).

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки, які учні роблять під час вивчення цієї теми, пов'язані в основному з незрозумінням принципу дії ферментів та особливостей їхньої класифікації.

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Як біологічна роль ферментів пов'язана з їхньою будовою? Чи змінюється фермент у ході реакції?
- Яку роль відіграє фермент-субстратний комплекс?
- Від яких факторів залежить активність ферментів?
- Які проблеми розв'язує інженерна ензимологія?
- Як ви думаєте, чому всі ферменти — глобулярні білки? Чи можуть, наприклад, вуглеводи виконувати каталітичні функції?
- Одні ферменти найбільш активні в кислому середовищі, а інші — у лужному. Як ви це можете пояснити?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Прискорюють реакції перенесення функціональних груп та молекулярних залишків:

- А) *трансферази*;
- Б) *гідролази*;
- В) *ізомерази*;
- Г) *лігази*.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 42

Тема уроку: Вуглеводи: загальна характеристика та класифікація.

Мета уроку: сформувати в учнів загальне поняття про вуглеводи та їхню класифікацію.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати класифікацію вуглеводів.

Базові поняття і терміни: вуглеводи, моносахариди, олігосахариди, полісахариди.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Загальна характеристика вуглеводів.

2. Класифікація вуглеводів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.
Самостійна робота учнів 5 хв.
Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чому саме вуглеводи становлять більшу частину раціону харчування людини? Звідки з'явилася назва «цукор»?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

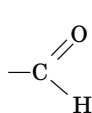
1. Загальна характеристика вуглеводів.

Вуглеводи — це органічні речовини, до складу яких входять Карбон, Оксиген і Гідроген. Їхня назва походить від слів «вугілля» та «вода». Причиною цього є те, що перші з відомих науці вуглеводи описували за допомогою формули $C_x(H_2O)_y$.

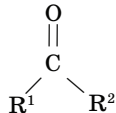
Вуглеводи називають також цукрами. Ця назва походить від давньоіндійського слова «саркара» (буквально: «гравій, галька, пісок, цукровий пісок»). Так в Індії називали солодкі кристали, які одержували із соку тростини.

З погляду хіміка, вуглеводи — це органічні речовини, що містять нерозгалужений ланцюг з кількох атомів Карбону, карбонільну групу й кілька (тобто більше однієї) гідроксильних груп.

Якщо карбонільна група зв'язана з двома вуглеводневими радикалами, то її називають кетонною, а якщо замість одного з радикалів стоїть Гідроген — альдегідною.



альдегідна група



кетонна група

2. Класифікація вуглеводів.

Вуглеводи класифікують за групами, що входять до їхнього складу.

Вуглеводи, які містять альдегідну групу, називають альдозами, а вуглеводи, які містять кетонну групу, — кетозами.

Прикладом альдоз є гліцеральдегід, який має альдегідну групу й дві гідроксильні групи.

Прикладом кетози є дигідроксиацетон, який має кетонну групу й дві гідроксильні групи.

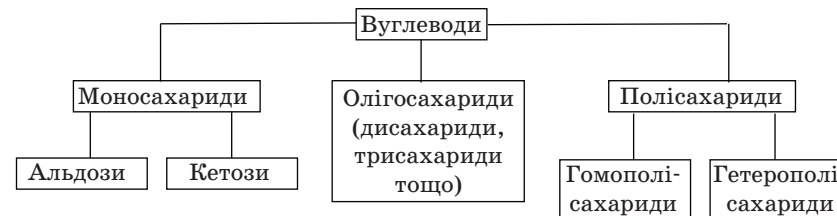
Це найменші вуглеводи, у ланцюзі яких міститься тільки три атоми Карбону. Є вуглеводи, які мають і довші ланцюги, наприклад, рибоза містить п'ять атомів Карбону, а глюкоза — шість.

Залежно від числа атомів Карбону, що входять до молекули вуглеводу, розрізняють тріози, які містять 3 атоми Карбону, тетраози — чотири атоми, пентози — п'ять, гексози — шість і так далі відповідно до грецьких числівників. Глюкоза за кількістю атомів Карбону є гексозою, а рибоза — пентозою, проте обидві молекули є альдозами, тому що містять альдегідну групу.

Усі ці вуглеводи називають моносахаридами, оскільки вони складаються з однієї структурної одиниці (від грец. «монос» — один). Якщо таких

одиниць дві — це дисахариди, кілька — олігосахариди й багато — полісахариди.

Згідно з прийнятою на сьогодні класифікацією, вуглеводи поділяють на три основні групи: моносахариди, олігосахариди та полісахариди.



► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Проблеми під час вивчення цієї теми можуть виникнути в тому випадку, якщо школярі вже забули про те, що таке функціональні групи. У цьому разі слід повернутися до даного матеріалу, нагадати, що різноманітність органічних сполук забезпечується різними функціональними групами, які входять до їхнього складу, що саме функціональні групи надають органічним сполукам характерних для них особливостей, у повному розумінні слова визначають їхній «характер».

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити визначення вуглеводів та їхню класифікацію за складом функціональних груп, кількістю атомів Карбону й кількістю мономерів, що утворюють молекулу.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

- ① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки, які учні роблять під час вивчення цієї теми, пов'язані в основному з незнанням грецьких числівників, що використовуються для назв вуглеводів залежно від числа атомів Карбону. На це слід звернути увагу.

► Запитання для повторення та обговорення

- У чому особливості хімічної структури вуглеводів?
- Чим альдози відрізняються від кетоз?
- Чому глюкозу можна назвати гексозою?
- Чому рибозу можна назвати альдозою?
- Які вуглеводи називають моносахаридами?
- Які критерії використовують при класифікації вуглеводів?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Гексози містять:

- А) три атоми Карбону;
- Б) два;
- В) чотири;
- Г) шість.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 43

Тема уроку: Моносахариди: номенклатура, оптична ізомерія, фізичні та хімічні властивості. Представники моносахаридів та їхні біологічні функції. Дисахариди.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про моносахариди й дисахариди, їхню будову та біологічні функції.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати номенклатуру, оптичну ізомерію, фізичні та хімічні властивості моносахаридів і дисахаридів.

Базові поняття і терміни: моносахариди, дисахариди, оптична ізомерія.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Моносахариди: номенклатура, оптична ізомерія, фізичні та хімічні властивості.

2. Представники дисахаридів та їхні біологічні функції.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.

Самостійна робота учнів 5 хв.

Домашнє завдання 1–2 хв.

Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про біологічні функції глюкози?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Моносахариди: номенклатура, оптична ізомерія, фізичні та хімічні властивості.

Вуглеводи називають моносахаридами в тому випадку, якщо вони складаються з однієї структурної одиниці (від грец. «монос» — один).

Якщо в молекулі моносахариду атомів Карбону понад три, то така молекула може утворювати циклічну форму, оскільки її частини реагують одна з одною.

У живих організмах моносахариди частіше зустрічаються саме в циклічній формі.

Моносахариди називають також простими цукрами, тому що вони складаються з однієї молекули.

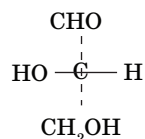
Прості цукри являють собою тверді, безбарвні кристалічні речовини, які добре розчиняються у воді. Вони майже всі мають приємний солодкий смак. Наприклад, солодкий смак фруктів і ягід, а також меду залежить від умісту в них глюкози та фруктози. До моносахаридів належать також галактоза, рибоза, дезоксирибоза. Моносахариди можуть виконувати енергетичну й структурну функції.

Глюкоза — це первинне джерело енергії для клітин. Вона входить до структури майже всіх клітин, тканин та органів. Фруктоза у великій кількості у вільному вигляді зустрічається в плодах, тому її часто називають плодовим цукром. Особливо багато фруктози містять мед, цукровий буряк, фрукти. Галактоза відрізняється від глюкози тільки розташуванням гідроксильної групи й Гідрогену в 4-му атомі Карбону. Вона може перетворюватися на глюкозу в печінці та інших органах. Рибоза й дезоксирибоза входять до складу нуклеїнових кислот — великих молекул, що беруть участь у процесах передачі, реалізації і зберігання спадкової інформації в клітині.

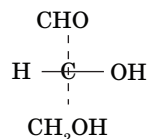
Для моносахаридів характерна просторова ізомерія. Ізомерія хімічних сполук — це явище, яке полягає в існуванні речовин, однакових за скла-

дом та молекулярною масою, але відмінних за будовою або розташуванням атомів у просторі й унаслідок цього за фізичними й хімічними властивостями. Такі речовини називають ізомерами.

Ключем для позначення конфігурації цукрів служить гліцероловий альдегід:



L(-)-гліцероловий альдегід



D-(+)-гліцероловий альдегід

Для всіх моносахаридів установлене просторове розташування замісників в асиметричних атомів щодо конфігурації гліцеролового альдегіду. Належність моносахариду до того чи іншого генетичного ряду визначається за конфігурацією його найвіддаленішого від оксогрупи асиметричного атома Карбону. Якщо вона відповідає конфігурації D-гліцеролового альдегіду, тобто якщо гідроксильна група стоїть праворуч, то моносахарид належить до D-ряду.

Природні цукри належать в основному до D-ряду.

Серед альдоз особливо широко розповсюджені в природі D-рибоза, D-глюкоза, D-маноза й D-галактоза, а серед кетоз найбільш відома D-фруктоза.

Відомо, що природні моносахариди мають оптичну активність. Здатність обертати площину поляризованого променя світла — одна з найважливіших особливостей речовин (зокрема моносахаридів), молекули яких мають асиметричний атом вуглецю або асиметричні в цілому.

Властивість обертати площину поляризованого променя праворуч позначають знаком плюс (+), а в протилежний бік — знаком мінус (-).

Так, D-гліцеральдегід обертає площину поляризованого променя праворуч, тобто D-гліцеральдегід є D-(+)-альдотріозою, а L-гліцеральдегід — L(-)-альдотріозою.

Однак напрям кута обертання поляризованого променя, що визначається асиметрією молекули в цілому, заздалегідь непередбачений. Моносахариди, що належать за стереохімічною конфігурацією до D-ряду, можуть бути лівообертальними. Так, звичайна форма глюкози, що зустрічається в природі, є правообертальною, а звичайна форма фруктози — лівообертальною.

2. Представники дисахаридів та їхні біологічні функції.

Молекули моносахаридів можуть поєднуватися одна з одною з виділенням води. Унаслідок цього утворюються олігосахариди (від грец. *oligos* — малий, нечисленний), до яких належать дисахариди, трисахариди, тетрасахариди й полісахариди (від грец. «полі» — багато). Органічні сполуки, що складаються з великої кількості структурних одиниць, називають полімерами.

Серед олігосахаридів особливо цікавими є дисахариди. До них належать сахароза, лактоза й мальтоза.

Сахароза — це тростинний або буряковий цукор. Складається із залишків глюкози й фруктози. Зустрічається в насінні, ягодах, коренях, бульбах, плодах. Відіграє величезну роль у харчуванні багатьох тварин і людини. Легко розчиняється у воді. Головні джерела отримання сахарози (харчового цукру) у харчовій промисловості — цукровий буряк і цукрова тростина.

Лактоза — молочний цукор, має у своєму складі глюкозу й галактозу. Це найважливіший вуглевод, і тому він є джерелом енергії для малят ссавців. Його використовують у мікробіологічній промисловості для приготування живильних середовищ.

Мальтоза складається з двох молекул глюкози. Мальтоза — це основний структурний елемент таких полісахаридів, як крохмаль та глікоген.

► Робота в групах. Робота з підручником

Вивчення нового матеріалу може бути побудоване не тільки на розповіді вчителя, але й на роботі з текстом підручника, роботі в групах, які обговорюють ті чи інші питання. Наприклад: «Чим моносахариди відрізняються від дисахаридів за своїми біологічними функціями?»

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Основні проблеми виникають через нерозуміння відмінностей між L(-)-гліцероловим альдегідом та D-(+)-гліцероловим альдегідом, а також поняття «просторова ізомерія». На даному уроці слід дати лише найзагальніше уявлення про це явище.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має включати коротку інформацію про основні моносахариди та дисахариди.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

- ① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки, які учні роблять під час вивчення цієї теми, пов'язані переважно з тим, що вони плутають назви моносахаридів і дисахаридів. Зрозуміло, що виникають також помилки під час обговорення оптичної ізомерії.

► Запитання для повторення та обговорення

- Які біологічні функції можуть виконувати моносахариди й дисахариди?
- Чому моносахариди називають простими цукрами?
- Що називають оптичною ізомерією?

- До яких ізомерів належать природні цукри?
- Чим сахароза відрізняється від лактози?
- Які сполуки належать до моносахаридів?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Установіть відповідність між назвами вуглеводів та їхніми характеристиками.

- | | |
|-------------|--|
| 1. Сахароза | А. Складається із залишків глюкози й фруктози. |
| 2. Лактоза | Міститься в насінні, ягодах, коренях, бульбах, плодах. Відіграє значну роль у харчуванні багатьох тварин і людини. Легко розчиняється у воді. Головні джерела отримання в харчовій промисловості — цукровий буряк і цукрова тростина |
| 3. Мальтоза | Б. Містить у своєму складі глюкозу й галактозу, є джерелом енергії для малят ссавців. Використовується у мікробіологічній промисловості для приготування живильних середовищ |
| 4. Глюкоза | В. Складається з двох молекул глюкози, основний структурний елемент таких полісахаридів, як крохмаль та глікоген |
| | Г. Моносахарид, первинне джерело енергії для клітин, входить до структури майже всіх клітин, тканин та органів |
| | Д. У великій кількості у вільному вигляді міститься в плодах, тому називається плодовим цукром, якого дуже багато містить мед, цукровий буряк, фрукти |

Відповідь: 1 — А, 2 — Б, 3 — В, 4 — Г.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 44

Тема уроку: Полісахариди. Структура молекул, властивості, найважливіші представники. Гідроліз і біологічні функції полісахаридів.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про структуру та властивості полісахаридів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати структуру та властивості полісахаридів.

Базові поняття і терміни: полісахариди, крохмаль, глікоген, целюлоза, хітин.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Структура молекул, властивості, найважливіші представники полісахаридів.	
2. Гідроліз та біологічні функції полісахаридів.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

У складі крохмалю, глікогену, целюлози міститься тільки глюкоза. Чому ж ці сполуки виконують різні біологічні функції?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Структура молекул, властивості, найважливіші представники полісахаридів.

Полісахариди поділяють на гомополісахариди й гетерополісахариди. За своїм функціональним призначенням гомополісахариди можуть бути поділені на дві групи: структурні й резервні полісахариди.

Важливим структурним гомополісахаридом є целюлоза, а головними резервними — глікоген і крохмаль (у тварин і рослин відповідно).

Крохмаль являє собою суміш двох гомополісахаридів: лінійного — амілози й розгалуженого — амілопектину. Як правило, вміст амілози в крохмалі становить 10–30 %, амілопектину — 70–90 %. Полісахариди крохмалю побудовані із залишків D-глюкози.

Глікоген — головний резервний полісахарид вищих тварин і людини, побудований із залишків D-глюкози. За будовою глікоген близький до амілопектину. Але глікоген характеризується більш розгалуженою структурою, аніж амілопектин.

Інулін — це полісахарид, який міститься в бульбах та коренях жоржин, артишоків і кульбаб. При його гідролізі утворюється фруктоза, отже, він є фруктазаном. Цей полісахарид, на відміну від картопляного крохмалю, легко розчиняється в теплій воді. Інулін використовують у фізіологічних дослідженнях для визначення швидкості клубочкової фільтрації в нирках.

Хітин — це важливий структурний полісахарид безхребетних тварин (головним чином членистоногих). З нього, зокрема, побудований зовнішній скелет ракоподібних і комах. Хітин також частково або повністю заміщає целюлозу в клітинних стінках сапрофітних рослин, наприклад грибів.

Целюлоза (клітковина) — це найбільш розповсюджений структурний полісахарид рослинного світу. Він складається з α -глюкозних залишків. Клітковина не перетравлюється ферментами травного тракту людини, тому що набір цих ферментів у людини не містить гідролаз, які розщеплюють β -зв'язки. У кишечнику жуйних та інших травоядних тварин є мікроорганізми, здатні до ферментативного розщеплення β -зв'язків (β -глюкозидних зв'язків), і для цих тварин целюлоза є важливим джерелом харчових калорій.

Характерною рисою целюлози, яка визначає в значній мірі її механічні, фізико-хімічні та хімічні властивості, є лінійна конформація молекул.

2. Гідроліз та біологічні функції полісахаридів.

При гідролізі глікоген, так само як крохмаль, розщеплюється з утворенням спочатку декстринів, потім мальтози й, нарешті, глюкози. При частковому гідролізі целюлози утворюється дисахарид целобіоза, а при повному гідролізі — D-глюкоза.

Крохмаль є основним запасним полісахаридом у рослин. Кількість залишків глюкози в ньому обчислюється кількома тисячами. Він міститься у великій кількості в бульбах картоплі, плодах, насінні. У гарячій воді крохмаль утворює колоїдний розчин, який у побуті називають крохмальним клейстером.

Глікоген — це запасний полісахарид, що міститься в тканинах тіла тварин і людини, а також у грибах, дріжджах тощо. Він відіграє важливу роль у перетвореннях вуглеводів у тваринному організмі. У великих кількостях накопичується в печінці, м'язах, серці та інших органах. Є постачальником глюкози в кров. За структурою нагадує крохмаль, але розгалужений сильніше. Молекула глікогену складається приблизно з 30 000 залишків глюкози.

Клітковина (целюлоза) — це головний структурний полісахарид клітинних оболонок рослин. Целюлоза за своєю структурою — лінійний полімер. Вона не розчиняється у воді, а лише набухає в ній.

Хітин — це основний компонент зовнішнього скелета членистоногих та деяких інших безхребетних тварин, входить до складу клітинної стінки грибів і бактерій.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Можуть виникати проблеми, пов'язані з нерозумінням відмінностей у структурі різних полісахаридів.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має включати короткі відомості про структуру та функції полісахаридів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки, які учні роблять під час вивчення цієї теми, пов'язані в основному з тим, що вони плутають структурні та резервні полісахариди й не відразу розуміють, що одні з них характерні для рослин, а інші — для тваринних організмів.

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Які біологічні функції можуть виконувати полісахариди?
- Які структурні полісахариди ви знаєте?
- Які запасні полісахариди вам відомі?
- Який полісахарид є найпоширенішим у природі й чому?
- Чим амілоза відрізняється від амілопектину?
- Чим схожі й чим відрізняються крохмаль і глікоген?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Установіть відповідність між назвами вуглеводів та їхніми характеристиками.

- | | |
|-------------|---|
| 1. Крохмаль | А. Головний структурний полісахарид клітинних оболонок рослин, лінійний полімер, не розчиняється у воді, а лише набухає в ній |
| 2. Глікоген | Б. Запасний полісахарид, що міститься в тканинах тіла тварин і людини, а також у грибах, дріжджах, у значних кількостях накопичується в печінці, м'язах, серці та інших органах, молекула складається приблизно з 30 000 залишків глюкози |
| 3. Целюлоза | В. Є основним запасним полісахаридом у рослин, кількість залишків глюкози в ньому обчислюється кількома тисячами, у гарячій воді утворює колоїдний розчин |
| 4. Хітин | Г. Основний компонент зовнішнього скелета членистоногих та деяких інших безхребетних тварин, входить до складу клітинної стінки грибів і бактерій |
| | Д. Полісахарид, що міститься в бульбах і коренях жоржин, артишоків і кульбаб, при його гідролізі утворюється фруктоза, легко розчиняється в теплій воді |

Відповідь: 1 — В, 2 — Б, 3 — А, 4 — Г.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 45

Тема уроку: Ліпіди: загальна характеристика, склад, структура, фізичні та хімічні властивості, біологічні функції. Різноманітність ліпідів. Лабораторна робота № 8. Аналітичне визначення й дослідження білків, ліпідів, вуглеводів.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про структуру, функції та різноманітність ліпідів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати структуру, функції та різноманітність ліпідів.

Базові поняття і терміни: ліпіди, жири, воски, стероїди, фосфоліпіди, гліколіпіди.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Загальна характеристика, склад, структура, фізичні та хімічні властивості ліпідів.
2. Різноманітність ліпідів.
3. Біологічні функції ліпідів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.
Самостійна робота учнів 5 хв.
Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Яка речовина міститься в горбах верблюда й чому він її запасує?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Загальна характеристика, склад, структура, фізичні та хімічні властивості ліпідів.

Під терміном ліпіди (від грец. *lipos* — жир) хіміки об'єднують жири й жироподібні речовини. Головним критерієм, за яким ці речовини об'єднали в одну групу, є те, що вони не розчиняються у воді, але добре розчиняються в неполярних органічних розчинниках: ефірі, бензині, хлороформі тощо. Ця властивість споріднює всі ліпіди. А за своєю структурою вони доволі істотно відрізняються одне від одного. Отже, ліпіди — це органічні сполуки з різною структурою, але спільними властивостями.

У живих організмах зустрічаються різні ліпіди, зокрема фосфоліпіди, жири та стероїди. Усі вони виконують важливі функції.

Серед ліпідів найпоширеніші й найбільш відомі — жири. Уміст жиру в клітинах зазвичай невеликий — 5–10 % (сухої речовини). Однак існують клітини, у яких міститься близько 90 % жиру. У тварин такі клітини перебувають під шкірою, у грудних залозах, чіпці (сальнику). Жир міститься в молоці всіх ссавців. У деяких рослин велика кількість жиру зосереджена в насінні та плодах, наприклад у соняшника, конопель, волоського горіха.

За хімічною структурою жири являють собою складні сполуки трьох-атомного спирту гліцеролу та високомолекулярних жирних кислот.

Жирні кислоти — це органічні сполуки, до складу яких входить карбоксильна група та довгий вуглеводневий хвіст.

Часто зустрічаються пальмітинова, стеаринова, олеїнова жирні кислоти.

Усі жирні кислоти поділяють на дві групи: насичені, тобто ті, які не містять подвійних зв'язків, і ненасичені, або неграничні, тобто ті, які містять подвійні зв'язки. До насичених кислот належать пальмітинова й стеаринова, а до ненасичених — олеїнова.

Взаємодія гліцеролу й жирних кислот призводить до утворення справжніх, або істинних, жирів — триацилгліцеролів.

Властивості жирів визначаються якісним складом жирних кислот та їхнім кількісним співвідношенням. Так, рослинні жири, або олії, багаті на неграничні жирні кислоти, тому в переважній більшості випадків вони є легкоплавкими — рідкими при кімнатній температурі. А тваринні жири при кімнатній температурі залишаються твердими, оскільки містять переважно насичені жирні кислоти.

Жири, або триацилгліцероли, — це природні органічні сполуки, які є естерами (складними ефірами) гліцеролу та жирних кислот. Триацилгліцероли являють собою форму накопичення жирів в організмі та є одним з основних джерел енергії, це найпоширеніші серед природних ліпідів. Їх поділяють на жири, що залишаються твердими при температурі 20 °C, та олії, що перебувають при цій температурі в рідкій фазі.

Калорійність жирів вища, ніж калорійність вуглеводів, тому вони відкладаються в організмі тварин як запасна поживна речовина. Жир також служить для теплоізоляції й забезпечує плавучість. Одним із продуктів окиснення жирів є вода — деякі пустельні тварини запасують жир в організмі саме задля цієї мети. Олії найчастіше накопичуються рослинами (насіння соняшника, кокосової пальми тощо).

Особливо важливими жироподібними речовинами є фосфоліпіди. Це теж складні сполуки гліцеролу й жирних кислот, але від справжніх жирів вони відрізняються тим, що містять залишок ортофосфатної кислоти. Фосфоліпіди, завдяки своїй будові, мають здатність утворювати біліпідний шар, що є основою біологічних мембран.

Молекулярна маса фосфоліпідів становить усього кілька сотень дальтонів. У молекулі розрізняють «голівку» й два «хвосты». «Голівка» й «хвосты» мають різні властивості. «Голівка» гідрофільна, тому що до її складу входить кисень і зв'язки поляризовані. Вода охоче взаємодіє з «голівками» фосфоліпідів. «Хвосты» являють собою залишки жирних кислот, що містять багато CH_2 -груп. «Хвосты» гідрофобні, вони «намагаються» уникнути взаємодії з водою. Інакше кажучи, фосфоліпіди є амфіфільними речовинами.

Якщо молекули фосфоліпідів перебувають на поверхні води, то їхні «голівки» обернені до води, а «хвосты» — виштовхуються з води назовні. При цьому молекули фосфоліпиду утворюють моношар — поверхневу плівку завтовшки в одну молекулу.

А якщо молекули фосфоліпідів перебувають повністю у воді, тоді «голівки» будуть обернені до води (назовні), а «хвосты» — від води (усередину). Такі дрібні скупчення молекул — міцели — дійсно утворюються, але буває й по-іншому, коли сильно витягнута міцела може замкнутися. Тоді утворюється пухирець, усередині й зовні якого перебуває вода. Молекули фосфоліпідів у стінці такого пухирця утворюють бішар, тобто розташовуються у два ряди голівками до води, а хвосты обернені один до одного.

«Жирні» неполярні частини молекул при цьому взаємодіють одна з одною, а полярні частини — з водою. Ліпідний бішар становить основу всіх клітинних мембран, однак, крім ліпідів, ці мембрани містять ще й білки.

2. Різноманітність ліпідів.

Окрім триацилгліцеролів і фосфоліпідів, існує багато інших ліпідів.

Важливу біологічну роль відіграють такі складні сполуки, як гліколіпіди, що утворені з вуглеводів та ліпідів. Їх особливо багато в складі тканини мозку та нервових волокон.

До ліпідів належать деякі вітаміни (A, D) і гормони (наприклад, статеві), а також такі сполуки, як лецитин і холестерин.

Стероїди й терпени побудовані з п'ятиатомних вуглеводневих будівельних блоків C_5H_8 . З усіх стероїдів в організмі людини в найбільшій кількості наявний холестерол. Стероїдами також є статеві гормони (естроген, прогестерон, тестостерон), вітамін D. До терпенів належать ароматичні речовини (ментол, камфора), натуральний каучук.

Воски — це естери жирних кислот і довголанцюгових спиртів. Тварини й рослини використовують їх як водовідштовхувальне покриття (бджолині стільники, покриття пір'я птахів, епідерміс деяких плодів і насіння).

3. Біологічні функції ліпідів.

Ліпіди дуже широко представлені в живій природі й відіграють надзвичайно важливу роль у клітині та організмі.

Структурна функція. Ліпіди беруть участь у побудові мембран клітин усіх органів і тканин. Вони беруть участь в утворенні багатьох біологічно важливих сполук.

Енергетична функція. Жири часто служать запасними поживними речовинами, виконуючи енергетичну функцію. Ліпіди забезпечують 25–30 % усієї енергії, необхідної організму. При повному розпаді 1 г жиру виділяється 38,9 кДж енергії.

Функція запасання поживних речовин. Жири є свого роду «енергетичними консервами». Жировими депо можуть бути і крапля жиру всередині клітини, і «жирове тіло» у комах, і підшкірна клітковина, у якій накопичується жир у людини.

Терморегуляторна функція. Жири погано проводять тепло. Вони відкладаються під шкірою, утворюючи у деяких тварин величезні скупчення. Наприклад, у кита шар підшкірного жиру досягає 1 м. Це дозволяє теплокровній тварині жити у холодній воді полярного океану.

У багатьох ссавців є спеціальна жирова тканина, що відіграє роль терморегулятора, своєрідного біологічного «обігрівача». Цю тканину називають «бурим жиром». У ній виробляється енергія, що має для ссавців важливе значення в умовах життя при низьких температурах.

Жир може бути постачальником так званої ендогенної води. Із 1 кг жиру при його окисненні утворюється майже 1,1 кг води. Завдяки цій воді існує багато пустельних тварин, наприклад піщанки, тушканчики. Жир, що накопичується в горбах у верблюда, теж є джерелом води.

Захисна функція. Шар жиру захищає ніжні органи від ударів і струсів (наприклад, навколонирикова капсула, жирова подушка біля ока). Жироподібні сполуки покривають тонким шаром листя рослин, не даючи їм намокати під час рясних дощів.

Гормональна функція. Багато ліпідів є попередниками в біосинтезі гормонів. Наприклад, до ліпідів належать статеві гормони людини й тварин: естрадіол (жіночий гормон) і тестостерон (чоловічий гормон).

Із ненасичених жирних кислот у клітинах людини й тварин синтезуються такі регуляторні речовини, як простагландини. Вони мають широкий спектр біологічної активності: регулюють скорочення мускулатури внутрішніх органів, підтримують тонус судин, регулюють функції різних відділів мозку, наприклад центру терморегуляції. Підвищення температури тіла під час деяких захворювань пов'язане з посиленням синтезу простагландинів і збудженням центру терморегуляції. Широко застосовуваний у медицині аспірин гальмує синтез простагландинів і в такий спосіб знижує температуру тіла.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Проблеми можуть виникати з розумінням структури й біологічних функцій фосfolіпідів. Даній групі ліпідів слід приділити особливу увагу, оскільки це важливо для розуміння структури та функцій мембран.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Ліпіди — це органічні сполуки з різною структурою, але спільними властивостями: не розчиняються у воді, але добре розчиняються в неполярних органічних розфакторах: ефірі, бензині, хлороформі тощо.

У живих організмах містяться різні ліпіди, зокрема фосfolіпіди, жири та стероїди.

Особливо важливими жироподібними речовинами є фосfolіпіди. Фосfolіпіди, завдяки своїй будові, мають здатність утворювати біліпідний шар, що є основою біологічних мембран.

Ліпіди виконують структурну, енергетичну, запасну, захисну, терморегуляторну, гормональну функції, а також можуть бути джерелом ендогенної води.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Робота із зошитом*

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести лабораторну роботу № 8 «Аналітичне визначення й дослідження білків, ліпідів, вуглеводів» (ЗЛПР, с. 12).

► *Запитання для повторення та обговорення*

- За яким критерієм ліпіди були об'єднані в одну групу?
- Чим визначаються властивості жирів?
- Як структура фосfolіпідів пов'язана з їхніми функціями?
- У чому полягає енергетична функція жирів?
- Завдяки яким своїм властивостям жири виконують терморегуляторну функцію?
- Чи можна налити в склянку ендогенну воду, що утворилася при окисненні жирів?
- Які регуляторні функції можуть виконувати ліпіди?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Установіть відповідність між функціями ліпідів та їхнім описом.

- | | |
|---------------------|--|
| 1. Структурна | А. Беруть участь в утворенні мембран клітин усіх органів і тканин, багатьох біологічно важливих сполук |
| 2. Енергетична | Б. Беруть участь у механізмах підтримання постійної температури тіла |
| 3. Терморегуляторна | В. Служать запасними поживними речовинами |
| 4. Захисна | Г. Захищають органи від ударів і струсів, покривають тонким шаром листя рослин. |
| | Д. Є попередниками в біосинтезі гормонів |

Відповідь: 1 — А, 2 — В, 3 — Б, 4 — Г.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 46

Тема уроку: Нуклеїнові кислоти. Історія і методи вивчення нуклеїнових кислот. Практична робота № 6. Моделювання просторової структури біомолекул.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про нуклеїнові кислоти, історію і методи їхнього вивчення.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати нуклеїнові кислоти, історію і методи їхнього вивчення.

Базові поняття й терміни: нуклеїнові кислоти, нуклеотиди.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. <i>Нуклеїнові кислоти.</i>	
2. <i>Історія і методи вивчення нуклеїнових кислот.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Які речовини беруть участь у передачі спадкової інформації?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. *Нуклеїнові кислоти.*

Нуклеїнові кислоти — це високомолекулярні органічні сполуки, що забезпечують зберігання, реалізацію, зміну й передачу спадкової інформації в живих організмах. Уперше їх описав у 1869 році швейцарський біохімік Фрідріх Мішер, який виділив із клітин речовину і дав їй назву — нуклеїн (від латин. *nucleus* — ядро), оскільки вважав, що нуклеїн міститься тільки в ядрах клітин.

Особливості будови й біологічні функції нуклеїнових кислот тривалий час залишалися невідомими. Однак саме з'ясування структури нуклеїнових кислот відкрило нову епоху в біології, дозволило зрозуміти молекулярні основи спадковості та мінливості.

Нуклеїнові кислоти — це полімери, мономерами в яких є нуклеотиди. До складу нуклеотиду входять:

- 1) цукор (пентоза) — може бути рибоза або дезоксирибоза;
- 2) гетероциклічна нітратна основа — може бути аденін, гуанін, тимін, цитозин або урацил;
- 3) залишок ортофосфатної кислоти.

Усі три компоненти нуклеотиду об'єднуються разом у такий спосіб: при об'єднанні пентози з нітратною основою утворюється нуклеозид, а потім до нього приєднується залишок ортофосфатної кислоти й утворюється нуклеотид.

2. *Історія і методи вивчення нуклеїнових кислот.*

На початку 50-х років XX століття велика група науковців під керівництвом англійського вченого А. Тодда встановила точну структуру зв'язків,

які об'єднують нуклеотиди одного ланцюга, і дійшла висновку, що полі-нуклеотидні ланцюги ДНК строго лінійні. Регулярно розташовані зв'язки між цукрами й фосфатними групами утворюють кістяк ДНК.

Американський біохімік Едвін Чаргафф уперше кількісно проаналізував нуклеотидний склад ДНК. Він установив, що в молекулах ДНК кількість аденіну завжди дорівнює кількості тиміну, а кількість гуаніну — кількості цитозину. Така закономірність була названа правилом Чаргаффа. Це свідчило про якісь чіткі закономірності в будові молекули ДНК.

У достеменності правила Чаргаффа ви можете переконатися, проаналізувавши таблицю.

Відносне число нітратних основ у ДНК різних організмів

Організм	Нуклеотидний склад, мол. %			
	Аденін	Гуанін	Тимін	Цитозин
Людина	30,9	19,9	29,4	19,8
Курка	28,8	20,5	29,2	21,5
Вівця	29,3	21,4	28,3	21,0
Лосось	29,7	20,8	29,1	20,4

Учені Моріс Вількінс і Розалінд Франклін отримали рентгенограму молекули ДНК і продемонстрували, що ця молекула є дволанцюговою і утворює подвійну спіраль. Однак із рентгеноструктурних даних було незрозуміло, яким чином ланцюги утримуються разом у молекулах ДНК.

Вотсон і Крік пояснили, в який спосіб два ланцюги подвійної спіралі утримуються разом, і запропонували просторову модель молекули ДНК. Вони дійшли висновку, що цукро-фосфатний кістяк перебуває на периферії молекули ДНК, а нітратні основи — усередині. У побудованій ними моделі аденін в одному ланцюзі завжди зв'язаний водневими зв'язками з тиміном в іншому ланцюзі, а гуанін в одному ланцюзі завжди зв'язаний водневими зв'язками із цитозином в іншому ланцюзі. При цьому між аденіном і тиміном утворюються два водневі зв'язки, а між гуаніном і цитозином — три.

Якщо відома послідовність основ в одному ланцюзі ДНК, то завдяки специфічності спарювання, комплементарності двох ланцюгів, стає відомою й послідовність основ в іншому ланцюзі.

Протилежні послідовності й відповідні нітратні основи називають комплементарними. Хоча водневі зв'язки, які стабілізують пари основ, відносно слабкі, кожна молекула ДНК містить їх так багато, що у фізіологічних умовах комплементарні ланцюги ніколи самостійно не розділяються.

За відкриття молекулярної структури нуклеїнових кислот та їхньої ролі в передачі спадкової інформації Френсіс Крік, Джеймс Вотсон і Моріс Вількінс одержали в 1962 році Нобелівську премію.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Основні проблеми при вивченні цієї теми пов'язані зі структурою нуклеотиду. Учні вперше зіштовхуються зі складним мономером, який сам утворений із частин. Тому спочатку слід нагадати будову рибози й дезоксирибози та докладно розповісти про нітратні основи й принцип їхньої комплементарності.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має містити визначення нуклеїнових кислот і перелік методів їхнього вивчення.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Робота із зошитом**

Під час узагальнення і систематизації знань слід провести практичну роботу № 6 «Моделювання просторової структури біомолекул» (ЗЛПР, с. 44).

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки, які учні роблять під час вивчення цієї теми, пов'язані в основному з тим, що вони плутають назви нітратних основ та амінокислот.

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Які сполуки належать до нуклеїнових кислот?
- Хто відкрив нуклеїнові кислоти?
- У чому особливості будови та біологічних функцій нуклеїнових кислот?
- Яку будову має нуклеотид?
- Який внесок у вивчення нуклеїнових кислот зробив американський біохімік Едвін Чаргафф?
- Який внесок у вивчення нуклеїнових кислот зробили вчені Моріс Вілкінс і Розалінд Франклін?
- За яке відкриття Френсіс Крік, Джеймс Вотсон і Моріс Вілкінс одержали в 1962 році Нобелівську премію?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

За відкриття молекулярної структури нуклеїнових кислот та їхньої ролі в передачі спадкової інформації Нобелівську премію в 1962 році одержали:

- А) Едвін Чаргафф;
- Б) Фрідріх Мішер;
- В) Френсіс Крік, Джеймс Вотсон та Едвін Чаргафф;
- Г) Френсіс Крік, Джеймс Вотсон і Моріс Вілкінс.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 47

Тема уроку: Будова нуклеїнових кислот. Нуклеотидний склад ДНК та РНК.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про будову та нуклеотидний склад ДНК і РНК.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати нуклеотидний склад ДНК та РНК.

Базові поняття й терміни: нуклеотиди, аденін, тимін, гуанін, цитозин, урацил.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
<i>Нуклеотидний склад ДНК та РНК.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чим РНК відрізняється від ДНК і що в цих молекул спільне?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

Нуклеотидний склад ДНК та РНК.

Молекула РНК на відміну від ДНК одноланцюгова. Відмінності в будові ДНК та РНК пов'язані з їхніми різними біологічними функціями. Структура молекули ДНК дозволяє їй самовідтворюватися, молекула ДНК служить сама для себе матрицею при відтворенні.

Порівняти характеристики ДНК та РНК можна за допомогою наведеної таблиці.

Порівняльна характеристика молекул ДНК та РНК

ДНК	РНК
До складу нуклеотиду входить цукор дезоксирибоза. Мономери молекули ДНК — дезоксирибонуклеотиди	До складу нуклеотиду входить цукор рибоза. Мономери молекули РНК — рибонуклеотиди
Може містити чотири типи нуклеотидів, залежно від того, яка нітратна основа входить до складу нуклеотиду: адениловий (А), гуаніловий (Г), тимідиловий (Т), цитидиловий (Ц)	Може містити чотири типи нуклеотидів, але, на відміну від ДНК, не містить нуклеотидів з нітратною основою тимін. Замість тиміну в нуклеотидах РНК є урацил. Типи нуклеотидів: уридиловий (У), аденіловий (А), гуаніловий (Г), цитидиловий (Ц)
Молекула складається з двох полінуклеотидних ланцюгів	Молекула складається з одного полінуклеотидного ланцюга

Головні характеристики просторової структури ДНК:

- число полінуклеотидних ланцюгів у молекулі ДНК дорівнює 2;
- ланцюги утворюють спіралі по 10 пар нітратних основ у кожному витку;
- подвійні ланцюги закручені один навколо одного й разом навколо спільної осі;
- фосфатні групи перебувають зовні спіралі, нітратні основи — усередині;
- ланцюги утримуються разом водневими зв'язками між нітратними основами;

- пари, утворені нітратними основами аденін — тимін, гуанін — цитозин, надзвичайно специфічні, тому полінуклеотидні ланцюги комплементарні один щодо одного.

У молекулі ДНК, що складається з двох полінуклеотидних ланцюгів, виділяють первинну, вторинну й третинну структури. Первинна структура являє собою лінійну послідовність нуклеотидів в одному ланцюзі. У такій формі в природі ДНК не існує, але саме первинна структура (послідовність нуклеотидів) визначає всі її властивості. Вторинна структура — це два полінуклеотидні ланцюги, кожний з яких закручений у спіраль праворуч й обидва закручені праворуч навколо однієї осі.

Третинна структура ДНК формується тільки у зв'язку з білками й служить для більш компактного упакування ДНК у ядрі.

У молекул РНК теж є первинна, вторинна й третинна структури.

Конформація нуклеїнових кислот відіграє важливу роль у їхньому функціонуванні: при порушенні нормальної конформації порушуються й функції.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити перелік нуклеотидів, характерних для РНК та ДНК.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом. Робота з підручником

- ① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

На жаль, учні часто забувають про те, що в ДНК немає урацилу, а в РНК — тиміну. Слід звернути особливу увагу на цю відмінність.

► Запитання для повторення та обговорення

- Чим нуклеотиди ДНК відрізняються від нуклеотидів РНК?
- Які пари комплементарних нітратних основ ви знаєте?
- Чим тимін відрізняється від урацилу?
- Що називають комплементарністю нітратних основ?
- Яку роль відіграє склад нуклеїнових кислот у їхньому функціонуванні?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

	Зразок
1. У ДНК відсутній:	
А) тимін;	
Б) урацил;	
В) цитозин;	
Г) аденін.	
2. У РНК відсутній:	
А) тимін;	
Б) урацил;	
В) цитозин;	
Г) аденін.	

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 48

Тема уроку: Функції ДНК та РНК. Практична робота № 8.
Розв'язування задач і вправ з молекулярної біології.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про функції ДНК та РНК.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати функції ДНК та РНК.

Базові поняття й терміни: ДНК, РНК, синтез білка, транскрипція, трансляція.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Функції нуклеїнових кислот.	
2. Реплікація ДНК.	
3. Генетичний код.	

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення проблемної ситуації

Інформація про послідовність амінокислот у білках записана в молекулі ДНК, але на ДНК ніколи не відбувається синтез білка. Як же розв'язується проблема реалізації інформації?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Функції нуклеїнових кислот.

Кожний вид рослин і тварин має особливий, властивий тільки йому набір білків, які і є основою видової специфічності. Як же утворюються тисячі білкових молекул без жодної помилки в розташуванні амінокислот? Структура білка не дозволяє їм самовідтворюватися. Інформація про послідовність амінокислот у білках зберігається в молекулах ДНК. Саме ДНК кожної клітини несе в собі інформацію про структурні білки, що визначають форму клітини, білки-ферменти, білки-гормони та інші білки. Тим часом майже всі ознаки клітин та організму в цілому визначаються білками.

Отже, у ДНК закладена вся інформація про структуру й діяльність клітин, про всі ознаки кожної клітини й організму в цілому. Цю інформацію називають генетичною.

ДНК — носій генетичної інформації. Кожний білок представлений одним або кількома поліпептидними ланцюгами. Ділянку ДНК, що несе інформацію про один поліпептидний ланцюг білка, називають геном. Кожна молекула ДНК містить безліч різних генів. Сукупність молекул ДНК клітини виконує функцію носія генетичної інформації: ДНК може її зберігати, передавати, змінювати й брати участь у процесі реалізації генетичної інформації, тобто в процесі синтезу білка.

Однак молекула ДНК не є безпосередньо матрицею для синтезу білка. Важливу роль у синтезі білка відіграють інші нуклеїнові кислоти — РНК.

За виконанням функцій виділяють кілька типів РНК.

Транспортна РНК (т-РНК). Молекули т-РНК найкоротші: вони складаються всього з 80–100 нуклеотидів. Транспортні РНК містяться в цитоплазмі клітини. Їхня функція полягає в перенесенні амінокислот до місця синтезу білка — рибосом.

Рибосомна РНК (р-РНК). Рибосомні РНК належать до найбільших РНК, їхні молекули складаються з 3–5 тисяч нуклеотидів. Рибосомна РНК входить до складу рибосом.

Інформаційна РНК (і-РНК), або матрична (м-РНК). Інформаційна РНК міститься в ядрі й цитоплазмі. Вона переносить інформацію про структуру білка від ДНК до місця синтезу білка в рибосомах.

Усі види РНК синтезуються на ДНК, яка є матрицею для їхнього синтезу.

2. Реплікація ДНК.

Наступність генетичного матеріалу в поколіннях клітин та організмів забезпечується реплікацією молекул ДНК. Реплікація — це процес матричного синтезу молекули ДНК на матриці — молекулі ДНК.

У результаті цього складного процесу, що здійснюється за допомогою ферментів, утворюються дві подвійні спіралі ДНК — «дочірні» молекули, які нічим не відрізняються одна від одної й від вихідної «материнської» молекули ДНК.

Реплікація відбувається в клітині перед поділом, тому кожна «дочірня» клітина отримує такі самі молекули ДНК, які мала «материнська» клітина.

Процес реплікації заснований на ряді принципів.

Принцип комплементарності. Кожний із двох ланцюгів «материнської» молекули ДНК є матрицею для синтезу комплементарного ланцюга, що її доповнює.

Принцип напівконсервативності. У результаті реплікації утворюються дві подвійні «дочірні» спіралі, кожна з яких зберігає в незмінному вигляді один полінуклеотидний ланцюг «материнської» ДНК. Другий полінуклеотидний ланцюг «дочірньої» молекули синтезується з нуклеотидів заново за принципом комплементарності азотистих основ.

Принцип антипаралельності. Кожний ланцюг ДНК має певну орієнтацію. Два комплементарні ланцюги в молекулі ДНК розташовані в протилежних напрямках — антипаралельно.

Принцип переривчастості. Для того щоб нові нитки ДНК були побудовані за принципом комплементарності, подвійну спіраль слід розкрутити й витягнути батьківські ланцюги. Тільки в цьому випадку фермент ДНК-полімераза здатний рухатися по «материнських» нитках і використовувати їх як матриці для безпомилкового синтезу «дочірніх» ланцюгів. Але розкручування спіралей, що складаються з багатьох мільйонів пар нуклеотидів, пов'язане з такою значною кількістю обертань і такими енергетичними витратами, які неможливі в умовах клітини. Тому реплікація починається одночасно в кількох місцях молекули ДНК. Ділянку між двома точками, у яких починається синтез «дочірніх» ланцюгів, називають репліконом. Він є одиницею реплікації.

У кожній молекулі ДНК еукаріотичної клітини є багато репліконів. У кожному репліконі можна бачити реплікативну «вилку» — ту частину молекули ДНК, яка під дією спеціальних ферментів уже розпелася. Кожна нитка у «вилці» служить матрицею для синтезу комплементарного дочірнього ланцюга. У ході реплікації «вилка» переміщається вздовж «материнської» молекули, при цьому розплітаються нові ділянки ДНК. Оскільки ДНК-полімерази можуть рухатися лише в одному напрямку

вздовж матричних ниток, а нитки зорієнтовані антипаралельно, то в кожній «вилці» кілька ферментів одночасно здійснюють синтез ДНК у вигляді фрагментів по 1000 нуклеотидів. Ці фрагменти мають протилежну спрямованість. Коли «вилка» переміщається, синтезовані фрагменти, комплементарні одному ланцюгові, «зшиваються» один з одним, утворюючи «дочірні» ланцюги, що ростуть. Такий механізм синтезу нових ланцюгів ДНК фрагментами називають переривчастим.

Надзвичайна складність механізму реплікації ДНК забезпечує високу точність відтворення генетичної інформації в поколіннях клітин та організмів у цілому. Основні дослідження всіх етапів процесу реплікації ДНК були проведені в лабораторії американського вченого Артура Корнберга.

Оскільки молекула ДНК може сама себе відтворювати, то вона здатна виконувати функції молекули, що передає інформацію наступному поколінню. А яку інформацію кожний організм має передати наступному поколінню? Специфіка кожного організму визначається складом його білків. Інакше кажучи, це має бути інформація про всі білки батьківського організму. Однак білки не можуть відтворювати самі себе, тому передавати інформацію з їхньою допомогою не можна. Цю інформацію можуть передати нуклеїнові кислоти. Але як?

Для цього природа вигадала спосіб запису послідовності амінокислот у білкових молекулах за допомогою послідовності нуклеотидів у нуклеїнових кислотах. Цей спосіб запису отримав назву генетичного коду. Генетичний код — це спосіб запису послідовності амінокислот у молекулах білка за допомогою послідовності нуклеотидів у нуклеїнових кислотах. А ген — це ділянка молекули ДНК, яка кодує послідовність амінокислот одного білка.

Генетичний код має ряд особливостей.

Генетичний код — триплетний, це означає, що одну амінокислоту кодує послідовність із трьох нуклеотидів. Послідовність із трьох нуклеотидів, яка кодує одну амінокислоту, називають кодоном, або триплетом.

Генетичний код надлишковий (його називають виродженням), оскільки триплетний код дозволяє використовувати 64 триплети для кодування, тимчасом як амінокислот усього 20. Тому кожна амінокислота може кодуватися не тільки одним, але й більшою кількістю триплетів. Три із 64 варіантів триплетів не кодують амінокислот і є стоп-сигналами, а 61 триплет кодують амінокислоти.

Генетичний код універсальний. Він однаковий у всіх живих організмів, які живуть на Землі. Молекули ДНК у різних організмів — різні, але спосіб запису послідовності амінокислот у білку за допомогою послідовності нуклеотидів у нуклеїнових кислотах — однаковий.

У результаті безлічі лабораторних досліджень учені склали таблицю генетичного коду. Дані таблиці — це експериментальні дані, отримані безліччю лабораторій, котрі спеціально досліджували, які амінокислоти якими триплетами кодуються. Саме завдяки генетичному коду молекула ДНК може виконувати важливу функцію — передачу спадкової інформації.

Таблиця генетичного коду

Перша основа	Друга основа				Третя основа
	У (А)	Ц (Г)	А (Т)	Г (Ц)	
У (А)	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир — —	Цис Цис — Три	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Ц (Г)	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гіс Гіс Глн Глн	Арг Арг Арг Арг	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
А (Т)	Іле Іле Іле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асн Асн Ліз Ліз	Сер Сер Арг Арг	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Г (Ц)	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Глі Глі Глі Глі	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)

У таблиці в першому стовпчику представлена перша основа триплету (у дужках для ДНК, без дужок — для РНК), що кодує ту чи іншу амінокислоту, у другому — друга основа, у третьому — третя.

Наприклад, амінокислота валін кодується чотирма триплетами в молекулі ДНК: ЦАА, ЦАГ, ЦАТ, ЦАЦ, а амінокислота триптофан тільки одним — АЦЦ.

Однак передати інформацію за допомогою генетичного коду — це ще тільки половина справи, адже її потрібно й реалізувати, тобто синтезувати закодовані в ДНК білки.

У процесах реалізації спадкової інформації беруть участь молекули РНК трьох видів: іРНК, тРНК та рРНК. Усі вони синтезуються на матриці — молекулі ДНК. Процес синтезу всіх видів РНК на матриці ДНК називають транскрипцією (від латин. *transcriptio* — перепису). Транскрипція, як і редукація, здійснюється за принципом комплементарності нітратних основ. При транскрипції утворюються комплементарні пари аденін — урацил, цитозин — гуанін.

Транскрипція — це процес, що відбувається у всіх живих клітинах, фактично це перенесення генетичної інформації з молекули ДНК на молекули РНК.

Транскрипція каталізується ферментом ДНК-залежної РНК-полімеразою і протікає в ядрі клітини.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Під час вивчення цієї теми можуть виникати проблеми з розумінням етапності синтезу білка та ролі нуклеїнових кислот на кожному із цих етапів. Окрім того, учні часто не розуміють того, що генетичний код — це не молекула ДНК, а спосіб запису послідовності амінокислот у молекулах білка за допомогою послідовності нуклеотидів у нуклеїнових кислотах.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Нуклеїнові кислоти виконують функції зберігання, передачі, зміни й реалізації спадкової інформації.

Процес матричного синтезу молекули ДНК на матриці — молекулі ДНК називають реплікацією. Реплікація — це процес подвоєння молекули ДНК, що необхідний для передачі спадкової інформації.

Реалізація спадкової інформації здійснюється за допомогою генетичного коду. Генетичний код — це спосіб запису послідовності амінокислот у молекулах білка за допомогою послідовності нуклеотидів у нуклеїнових кислотах.

У процесах реалізації спадкової інформації беруть участь молекули РНК трьох типів: іРНК, тРНК та рРНК. Усі вони синтезуються на матриці — молекулі ДНК у результаті процесу транскрипції.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести практичну роботу № 8 «Розв'язування задач і вправ з молекулярної біології» (ЗЛПР, с. 49).

► Варіанти задач і вправ з молекулярної біології:

1. Користуючись принципом комплементарності нітратних основ, напишіть послідовність нуклеотидів у ланцюзі ДНК, що буде синтезована на матриці ланцюга ДНК із такою послідовністю нуклеотидів: ААА ГЦА ЦЦГ ЦАГ ГТГ АГГ ААА ЦТТ ТЦА ЦАТ
2. Користуючись принципом комплементарності нітратних основ, напишіть послідовність нуклеотидів іРНК, що буде синтезована на такому фрагменті ДНК: ААА ГЦА ЦЦГ ЦАГ ГТГ АГГ ААА ЦТТ ТЦА ЦАТ
3. Користуючись принципом комплементарності нітратних основ, напишіть послідовність нуклеотидів фрагмента ДНК, на якому була синтезована іРНК із такою послідовністю нуклеотидів: АГГ АУУ АЦГ АУЦ УТЦ ГТГ ААА УУУ ГЦА ГАЦ

4. Користуючись принципом комплементарності нітратних основ, напишіть послідовність нуклеотидів другого ланцюга ДНК, якщо перший має таку послідовність:
ТТГ ГТГ ЦГЦ ГЦГ ТТ ТАА ГАА ЦАА АТТ
5. У ланцюзі ДНК кількість аденіну становить 16 %, кількість тиміну — 34 %, кількість гуаніну — 24 %, кількість цитозину — 26 %. Користуючись правилами Чаргаффа, визначте відсотковий вміст нуклеотидів у цілій молекулі ДНК.
6. У ланцюзі ДНК кількість аденіну становить 19 %, кількість тиміну — 31 %, кількість гуаніну — 8 %, кількість цитозину — 42 %. Користуючись правилами Чаргаффа, визначте відсотковий вміст нуклеотидів у цілій молекулі ДНК.
7. Яку довжину має частина молекули ДНК, що кодує молекулу інсуліну, якщо відомо, що до складу цієї молекули входить 51 амінокислота, а лінійна довжина одного нуклеотиду в нуклеїновій кислоті дорівнює 3,4 ангстрєми?
8. Яку масу має частина молекули ДНК, що кодує молекулу інсуліну, якщо відомо, що до складу цієї молекули входить 51 амінокислота, а середня молекулярна маса одного нуклеотиду дорівнює 345 а. о. м. (атомні одиниці маси).
- **Запитання для повторення та обговорення**
- У якому вигляді в клітинах записана інформація про послідовність амінокислот у білках?
 - Яку функцію виконують молекули іРНК?
 - Як молекула ДНК може сама себе відтворювати?
 - У чому полягають особливості генетичного коду?
 - Чим процеси транскрипції відрізняються від процесу реплікації і що в них спільне?
 - Чому функцію передачі, зберігання й реалізації спадкової інформації можуть виконувати тільки нуклеїнові кислоти?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

У одному ланцюзі ДНК кількість аденіну становить 14 %, кількість тиміну — 36 %, кількість гуаніну — 23 %, кількість цитозину — 27 %.

Відсотковий вміст нуклеотидів у цілій молекулі ДНК становить:

- А) А — 20 % Т — 30 % Г — 25 % Ц — 25 %;
Б) А — 25 % Т — 25 % Г — 20 % Ц — 30 %;
В) А — 21 % Т — 21 % Г — 25 % Ц — 25 %;
Г) А — 25 % Т — 25 % Г — 25 % Ц — 25 %.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 49

Тема уроку: Структурні особливості молекули АТФ. Поняття про макроергічний хімічний зв'язок.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про структурні особливості молекули АТФ та макроергічний хімічний зв'язок.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати структурні особливості молекули АТФ та макроергічні хімічні зв'язки.

Базові поняття й терміни: АТФ, макроергічний зв'язок.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Структурні особливості молекули АТФ.	
2. Функції молекули АТФ.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

Обговорення запитання

Які за своєю структурою молекули могли б переносити енергію із реакцій, у яких вона виділяється, в реакції, де вона витрачається?

Вивчення нового матеріалу

Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Структурні особливості молекули АТФ.

АТФ — це нуклеотид, що відіграє важливу роль в енергетичному обміні клітини, виступаючи як переносник енергії. Аденозинтрифосфатна кислота складається із залишку нітратної основи (це аденін), пентози (це рибоза) і трьох залишків ортофосфатної кислоти.

2. Функції молекули АТФ.

Зі складу АТФ під дією ферменту АТФ-ази відщеплюються залишки ортофосфатної кислоти. При відщепленні однієї молекули фосфатної кислоти АТФ переходить в АДФ (аденозиндифосфатну кислоту), а якщо відщеплюються дві молекули ортофосфатної кислоти, то АТФ переходить в АМФ (аденозинмонофосфатну кислоту). Реакції відщеплення кожної молекули фосфатної кислоти супроводжуються вивільненням енергії, що дорівнює 419 кДж/моль. Для того щоб підкреслити високу енергетичну «цінність» фосфатно-кисневого зв'язку в АТФ, його прийнято позначати знаком «~» і називати макроергічним зв'язком. У молекулі АТФ є два макроергічні зв'язки.

Завдяки своїй структурі молекула АТФ може віддавати енергію тим реакціям, де вона потрібна, перетворюючись в АДФ, а далі АДФ може приєднати залишок ортофосфатної кислоти з поглинанням 419 кДж/моль, відновивши запас енергії. Отже, АТФ відіграє головну роль у клітинних перетвореннях енергії, будучи універсальним переносником енергії.

Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити інформацію про те, що АТФ — це нуклеотид, який відіграє важливу роль в енергетичному обміні клітини.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

Робота із зошитом. Робота з підручником

Під час узагальнення і систематизації знань можна використовувати завдання в робочому зошиті й текст підручника.

❶ **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Учні часто не розуміють, що АТФ — це нуклеотид, який виконує енергетичні функції.

Запитання для повторення та обговорення

- Як структура молекули АТФ пов'язана з її біологічними функціями?
- Яка нітратна основа входить до складу молекули АТФ?
- Який зв'язок називають макроергічним?
- Скільки макроергічних зв'язків у молекулі АТФ?

Самостійна робота учнів

❶ **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

У молекулі АТФ є:

- А) два макроергічні зв'язки;
- Б) три макроергічні зв'язки;
- В) один макроергічний зв'язок;
- Г) чотири макроергічні зв'язки.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 50

Тема уроку: Біологічно активні речовини, їхній вміст у живих організмах і значення для життєдіяльності. Алкалоїди, коферменти, їхнє біологічне значення.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про біологічно активні речовини та їхнє біологічне значення.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати біологічно активні речовини та їх біологічне значення.

Базові поняття й терміни: біологічно активні речовини, алкалоїди, коферменти.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Біологічно активні речовини.	
2. Алкалоїди, коферменти, їхнє біологічне значення.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Які вже відомі вам речовини мають високу біологічну активність?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Біологічно активні речовини.

Біологічно активні речовини (БАР) — це загальна назва речовин, що мають виражену фізіологічну активність. Термін об'єднує речовини, які істотно стимулюють або пригнічують біохімічні процеси *in vivo* або *in vitro*. До біологічно активних речовин належать ферменти, гормони, фітогормони, інгібітори обмінних процесів, іноді — токсичні речовини (отрути) тощо.

Ферменти ми вже вивчали.

Гормон (від грец. *hormao* — рухаю, збуджую) — це біологічно активна сполука, яку виділяють залози внутрішньої секреції безпосередньо в кров та лімфу.

За своєю хімічною будовою гормони можуть бути похідними холестерину, наприклад гормони кори надниркових — кортикостероїди (гідрокортизон, кортикостерон, альдостерон) і гормони статевих залоз (тестостерон, естрадіол, прогестерон), а можуть бути білковими, наприклад гормони, які секретує гіпофіз (окситоцин, вазопресин, адренокортикотропний гормон тощо). Є гормони — похідні амінокислоти тирозину, до них належать тироксин, трийодтиронін, які секретує щитовидна залоза, та адреналін, норадреналін, які секретує мозкова речовина надниркових.

Дія гормонів різноманітна й виявляється в дуже малих концентраціях. Вони впливають на всі реакції обміну речовин, відіграють важливу роль у підтриманні гомеостазу, процесах адаптації організму до мінливих умов середовища.

Гормони регулюють ріст, розмноження й диференціювання тканин, синтез білків, проникність клітинних мембран.

Надходження гормонів у кров регулюється гіпоталамусом.

Фітогормони — це низькомолекулярні органічні речовини, які виробляються рослинами та мають регуляторні функції. Дієвими є низькі

концентрації фітогормонів, при цьому фітогормони викликають різні фізіологічні й морфологічні зміни в чутливих до їхньої дії частинах рослин.

Загальноприйнятою є класифікація, у якій серед рослинних гормонів виділяють п'ять основних груп класичних фітогормонів. Гормони різних рослин можуть відрізнятися за хімічною структурою, тому вони згруповані на основі їхнього ефекту на фізіологію рослин та за спільною хімічною будовою. Крім того, деякі фізіологічно активні речовини не належать до жодного з класів. Кожний клас містить як стимулятори, так і інгібітори різних функцій, і вони часто працюють у парі. У цьому випадку різниця концентрацій однієї або кількох речовин визначає кінцевий ефект на ріст рослини.

До основних груп фітогормонів належать ауксини, цитокініни, гібереліни.

Біологічно активними речовинами є й фактори росту.

Факторами росту називають групу білкових молекул, що впливають на синтез ДНК у клітині, диференціювання клітин та їхній поділ. Ефекти факторів росту, на відміну від гормонів, можуть тривати впродовж кількох днів.

Фактори росту зазвичай являють собою невеликі поліпептиди, які стимулюють або інгібують поділ певних типів клітин. Як правило, вони секретуються одними клітинами й діють на інші клітини, хоча іноді буває так, що вони діють на ті самі клітини, які їх секретують.

Фактори росту впливають на свої клітини-мішені, які відрізняються від інших клітин характерними рецепторами.

Для підтримання життя нормальних клітин вищих організмів необхідна їхня взаємодія з унікальною комбінацією специфічних ростових факторів.

2. Алкалоїди, коферменти, їх біологічне значення.

Алкалоїди — це група нітрогеновмісних органічних сполук природного походження, найчастіше рослинного, більшість із яких має властивості слабкої основи. Назву «алкалоїди» запровадив у 1819 році німецький аптекар Карл Мейсснер.

Окрім Карбону, Гідрогену та Нітрогену складниками молекул алкалоїдів можуть бути атоми Сульфуру, рідше — Хлору, Броду або Фосфору. Багато алкалоїдів мають виражену фізіологічну активність.

До алкалоїдів належать, наприклад, такі речовини: морфін, кофеїн, кокаїн, стрихнін, хінін і нікотин.

Зазвичай, алкалоїди погано розчиняються у воді, але добре розчиняються у багатьох органічних розфакторах — етоксиетані (диетиловому ефірі), хлороформі та 1, 2-дихлороетані. Винятком є, наприклад, кофеїн, що добре розчиняється у киплячій воді.

Більшість алкалоїдів гіркі на смак. Існує думка, що в такий спосіб природний добір убезпечив тварин від багатьох отруйних алкалоїдів, які виробляють рослини.

Алкалоїди синтезуються різними живими організмами. Найбільше вони розповсюджені у вищих рослинах: за наявними оцінками, від 10 до 25 % видів вищих рослин містять алкалоїди.

Залежно від виду рослини максимальний вміст алкалоїдів може досягати в листі (блекота чорна), плодах або насінні (чилібуха), коренях (раувольфія зміїна) або корі (хінне дерево).

Крім того, у різних тканинах однієї й тієї самої рослини можуть перебувати різні алкалоїди.

Слід зазначити, що, крім рослин, алкалоїди містяться в деяких видах грибів (псилоцибін — у грибах роду псилоцибе) і тварин (буфотенін — у шкірі деяких жаб). Алкалоїди містяться також у багатьох морських організмах.

Коферменти — це малі молекули небілкової природи, які специфічно з'єднані з відповідними білками — апоферментами, й відіграють роль активного центру або простетичної групи молекули ферменту. Комплекс коферменту й апоферменту утворює цілісну, біологічно активну молекулу ферменту.

Роль коферментів часто виконують вітаміни або їхні метаболіти. У металоферментах роль, подібну до ролі коферментів, можуть виконувати катіони металів, однак коферментами їх зазвичай не називають.

Коферменти, як правило, термостабільні, різноманітні за хімічною будовою та механізмом дії.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Під час вивчення цієї теми проблеми виникають у зв'язку з тим, що біологічно активними є дуже різні за своїми хімічними особливостями сполуки. Тому слід акцентувати увагу не на їхніх хімічних особливостях, а на тому спільному, що їх об'єднує — біологічній активності.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити визначення біологічно активних речовин, перелік їхніх представників та біологічних функцій.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Які сполуки називають біологічно активними?
- Чи можуть біологічно активні речовини пригнічувати біохімічні процеси?
- Які біологічно активні речовини ви знаєте?
- У чому особливості гормонів як біологічно активних речовин?
- У чому особливості фітогормонів як біологічно активних речовин?
- У чому особливості факторів росту як біологічно активних речовин?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

До алкалоїдів належать:

- А) морфін, кофеїн, кокаїн, стрихнін, хінін і нікотин;
- Б) гідрокортизон, кортикостерон, альдостерон;
- В) тестостерон, естрадіол, прогестерон;
- Г) ауксини, цитокініни, гібереліни.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 51

Тема уроку: Основні групи вітамінів, їхні представники, біологічне значення.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про вітаміни і їхнє біологічне значення.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати вітаміни і їхнє біологічне значення.

Базові поняття й терміни: вітаміни.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Основні групи вітамінів.
2. Біологічне значення вітамінів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів.....	5 хв.
Домашнє завдання.....	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Для чого вітамінізують їжу?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Основні групи вітамінів.

Учення про вітаміни — вітамінологія — сьогодні виділене в самостійну науку.

Історія відкриття вітамінів була пов'язана з дослідженням деяких хвороб, зокрема цинги та бері-бері. Розвиток учення про вітаміни пов'язують з ім'ям лікаря М. І. Луніна, який дійшов висновку, що, крім білків (казеїну), жирів, молочного цукру, солей і води, тварини мають потребу в яки-хось ще невідомих речовинах, незамінних для харчування.

Вітаміни — це харчові незамінні фактори, які, будучи наявними у невеликих кількостях у їжі, забезпечують нормальний розвиток організму тварин і людини й адекватну швидкість протікання біохімічних та фізіологічних процесів. Вітаміни — це низькомолекулярні органічні сполуки різної хімічної природи, що виконують важливі біохімічні та фізіологічні функції.

Вітаміни потрібні організму в дуже невеликих кількостях, оскільки вони мають високу біологічну активність. Людина й тварини не синтезують вітаміни або синтезують їх у недостатній кількості й тому повинні одержувати їх з їжею. Основне джерело вітамінів — рослини, у яких можуть міститися й так звані провітаміни, що перетворюються на вітаміни у тваринному організмі.

Розрізняють водо- та жиророзчинні вітаміни. До водорозчинних вітамінів належать аскорбінова кислота (вітамін С), вітаміни групи В — тіамін (вітамін В₁), рибофлавін (вітамін В₂), вітамін В₆, вітамін В₁₂ (кобаламін), ніацин (вітамін РР), фолацин, пантотенова кислота, біотин. До жиророзчинних належать вітаміни А, D (кальциферолі), Е (токоферолі) та К.

У складі ферментів вітаміни беруть участь в енергетичному обміні (тіамін, рибофлавін), біосинтезі й перетвореннях амінокислот (вітаміни В₆ і В₁₂), жирних кислот (пантотенова кислота) та інших процесах.

Функції жиророзчинних вітамінів пов'язані з процесами фоторецепції (вітамін А), зсідання крові (вітамін К), усмоктування Са (вітамін D) тощо.

Сучасна класифікація вітамінів заснована на їхніх фізико-хімічних властивостях. Залежно від розчинності в неполярних органічних розфакторах або у водному середовищі розрізняють жиророзчинні й водорозчинні вітаміни.

Вітаміни, що розчиняються в жирах.

1. Вітамін А (антиксерофтальмічний); ретинол.
2. Вітамін D (антирахітичний); кальциферолі.
3. Вітамін Е (антистерильний, вітамін розмноження); токоферолі.
4. Вітамін К (антигеморагічний); нафтохінони.

Вітаміни, що розчиняються у воді.

1. Вітамін В₁ (антиневритний); тіамін.
2. Вітамін В₂ (вітамін росту); рибофлавін.
3. Вітамін В₆ (антидерматитний, адермін); піридоксин.
4. Вітамін В₁₂ (антианемічний); ціанкобаламін; кобаламін.
5. Вітамін РР (антипелагричний, ніацин); нікотинамід.
6. Вітамін В₉ (антианемічний); фолієва кислота.
7. Вітамін В₃ (антидерматитний); пантотенова кислота.
8. Вітамін Н (антисебореїчний, фактор росту бактерій, дріжджів і грибків); біотин.
9. Вітамін С (антискорбутний); аскорбінова кислота.
10. Вітамін Р (капіляророзміцнювальний, вітамін проникності); біофлавоноїди.

Крім цих двох головних груп вітамінів, виділяють групу різноманітних хімічних речовин, з яких частина синтезується в організмі, але має вітамінні властивості. Для людини й ряду тварин ці речовини прийнято об'єднувати в групу вітаміноподібних речовин. До них належать холін, ліпоева кислота, вітамін В₁₅ (пангамова кислота), оротова кислота, інозит, убіхінон, параамінобензойна кислота, карнитин, лінолева й ліноленова кислоти, вітамін U (протівиразковий фактор) та ряд факторів росту птахів, пацюків, курчат, тканинних культур.

2. Біологічне значення вітамінів.

Про біологічне значення вітамінів можна розповісти, використовуючи таблицю.

Біологічне значення вітамінів

Вітамін	Біологічне значення
В ₁	Знижує вміст цукру в крові, активує інсулін; збільшує синтез АТФ, НАДФН, білків, ліпідів; підсилює скоротливість міокарда, відновлює функції нервів (зниження накопичення продуктів вуглеводного обміну); поліпшує провідність у нервово-м'язовому синапсі; нормалізує функції ЦНС, зокрема пам'яті; справляє наркотичний ефект; підсилює секрецію та моторику шлунково-кишкового тракту

Вітамін	Біологічне значення
B ₂	Підсилює синтез АТФ, білка, гемоглобіну; бере участь в окисно-відновних реакціях; підвищує неспецифічну резистентність організму; забезпечує нормальне функціонування світлозало-млю- вальних середовищ ока, темнову адаптацію, регенерацію епітелію; збільшує кількість шлункового соку, жовчі
B ₃	Міститься у складі коензиму А; бере участь в окисному декарбоксилюванні кетокислот; бере участь у циклі трикарбонових кислот, синтезі нук- леїнових кислот, білків, АТФ, фосфоліпідів
B ₆	Бере участь в нітратному обміні; збільшує транспорт амінокислот крізь плазматичну мемб- рану (стимулює знешкоджувальну функцію печінки)
B ₉	Є кофактором ферментів, що беруть участь у синтезі нітратних основ; разом із вітаміном B ₁₂ бере участь у побудові гемоглобіну
B ₁₂	Впливає на обмін білків і нуклеїнових кислот; впливає на жировий обмін
PP	Є кофакторами НАД і ФАД-дегідрогеназ, що беруть участь в окисно-відновних реакціях; бере участь у синтезі білків, жирів, вуглеводів, АТФ; знижує вміст холестерину й жирних кислот у крові; стимулює еритропоез, перешкоджає агрегації тромбоцитів; стимулює гальмівні процеси (зменшує істерію, неврози, психози)
C	Бере участь в окисно-відновних реакціях; бере участь в утворенні стероїдних гормонів; активує синтез антитіл; підсилює синтетичну й детоксикаційну функції печінки; бере участь у метаболізмі глюкози й піровиноградної кислоти в циклі трикарбонових кислот
A	Регулює активність ферментів, синтез білків, ліпідів, регенерацію та диференціювання клітин шкіри й слизо- вих оболонок; є природним антиоксидантом; входить до складу родопсину паличок, відповідає за кольоровий зір;

Вітамін	Біологічне значення
	регулює діяльність смакових, нюхових, вестибулярних рецепторів; стимулює фагоцитоз
E	Регулює окисні процеси; антиоксидант; попереджає атеросклероз; поліпшує клітинне дихання; стимулює синтез гонадотропінів, розвиток плаценти
D	Підвищує проникність епітелію кишечника для Кальцію та Фосфору; підвищує реабсорбцію Кальцію, Фосфору, Натрію, ци- тратів, амінокислот у проксимальних каналцях нирок, знижує синтез паратгормона; знижує проліферацію, підсилює диференціювання клітин
K	Стимулює синтез факторів зсідання крові — протромбіну; сприяє синтезу АТФ і ряду ферментів

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст під-
ручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з ро-
зумінням нового матеріалу учнями.

Основні проблеми пов'язані з великим обсягом матеріалу. Можна
запропонувати учням підготувати повідомлення про окремі вітаміни, пе-
ренісши частину матеріалу на самостійне попереднє вивчення.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити визначення вітамінів, основи їхньої кла-
сифікації та представників.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні
під час спілкування і систематизації знань.

Помилки пов'язані з тим, що учні плутають значення тих чи інших
конкретних вітамінів.

► Запитання для повторення та обговорення

- Які сполуки є вітамінами?
- Які критерії покладені в основу класифікації вітамінів?
- У чому полягають біологічні функції вітамінів?

- Як пов'язані вітаміни й ферменти?
- Що ви знаєте про історію відкриття вітамінів?
- Чому відсутність вітамінів призводить до загибелі організму?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

До водорозчинних вітамінів належить вітамін:

- А) А;
- Б) D;
- В) Е;
- Г) В₆.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 52

Тема уроку: Біокоординаційні сполуки: хлорофіл, гемоглобін, вітамін В₁₂.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про біокоординаційні сполуки.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати хлорофіл, гемоглобін, вітамін В₁₂.

Базові поняття й терміни: хлорофіл, гемоглобін, вітамін В₁₂.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Біокоординаційні сполуки: хлорофіл.
2. Біокоординаційні сполуки: гемоглобін.
3. Біокоординаційні сполуки: вітамін В₁₂.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.

Самостійна робота учнів 5 хв.

Домашнє завдання 1–2 хв.

Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про функції хлорофілу?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Біокоординаційні сполуки: хлорофіл.

Хлорофіл — це зелений пігмент, що зумовлює забарвлення рослин у зелений колір. За його участю здійснюється процес фотосинтезу. За хімічною будовою хлорофіли є магнієвими комплексами різних тетрапіролів. Хлорофіли мають порфіринову будову й структурно подібні до гема.

Уперше хлорофіл виділили французькі вчені П. Пелет'є і Ж. Кавенту в 1818 році. Саме вони назвали його хлорофілом (від грец. *chloros* — зелений і *phyllon* — листок).

На сьогодні відомо близько 10 хлорофілів. Вони відрізняються за хімічною будовою, кольором, поширенням серед живих організмів.

У всіх вищих рослинах містяться хлорофіли *a* і *b*. Хлорофіл *c* міститься в діатомових водоростях, хлорофіл *d* — у червоних водоростях. Окрім того, відомі чотири бактеріохлорофіли, які містяться в клітинах фотосинтезуючих бактерій. У клітинах зелених бактерій містяться бактеріохлорофіли *c* і *d*. У клітинах пурпурових бактерій — бактеріохлорофіли *a* і *b*. Основними пігментами, без яких фотосинтез не відбувається, є хлорофіл *a* — для зелених рослин і бактеріохлорофіл — для бактерій.

Важливий внесок у вивчення хлорофілу зробив ботанік М. С. Цвет. Він виділив пігменти листя в чистому вигляді й розробив новий хроматографічний метод поділу речовин. Цей метод надалі набув широкого застосування як у біохімії, так і в суто хімічних дослідженнях.

Утворення хлорофілу здійснюється у 2 фази: перша фаза — темнова, під час якої утворюється попередник хлорофілу — протохлорофіл, а друга — світлова, при якій із протохлорофілу на світлі утворюється хлорофіл.

Найважливіше значення для утворення хлорофілу мають умови мінерального живлення. Насамперед, необхідна достатня кількість Феруму.

При нестачі Феруму навіть листя дорослих рослин змінює колір. Таке явище має назву хлороз. Ферум — це необхідний каталізатор утворення хлорофілу. Велике значення для забезпечення синтезу хлорофілу має нормальне постачання рослин Нітрогеном і Магнієм, оскільки ці елементи входять до складу хлорофілу. При нестачі міді хлорофіл легко руйнується.

2. Біокоординаційні сполуки: гемоглобін.

Гемоглобін — це складний ферумовмісний білок тварин і людини, здатний зворотно зв'язуватися з киснем, забезпечуючи його перенесення у тканини. У хребетних тварин він міститься в еритроцитах, у більшості безхребетних — розчинений у плазмі крові й може перебувати в інших тканинах.

Головна функція гемоглобіну полягає в перенесенні дихальних газів. У людини в капілярах легенів в умовах надлишку кисню останній з'єднується з гемоглобіном. Потоком крові еритроцити, що містять молекули гемоглобіну зі зв'язаним киснем, доставляються до органів і тканин, де кисню мало. Тут необхідний для протікання окисних процесів кисень вивільняється зі зв'язку з гемоглобіном.

Окрім того, гемоглобін здатний зв'язувати в тканинах невелику кількість карбон(IV) оксиду (CO_2) і вивільняти його в легенях. Карбон(II) оксид (CO) зв'язується з гемоглобіном крові міцніше, аніж кисень, утворюючи карбоксигемоглобін (HbCO).

Нормальним вмістом гемоглобіну в крові людини вважається: у чоловіків — 130–170 г/л, у жінок — 120–150 г/л.

Гемоглобін є складним білком класу хромопротеїнів, тобто в ролі простетичної групи тут виступає особлива пігментна група, що містить хімічний елемент залізо — гем. Гемоглобін людини є тетрамером, тобто складається із чотирьох субодиниць. У дорослої людини вони представлені поліпептидними ланцюгами α_1 , α_2 , β_1 і β_2 .

Усього в гемоглобіні людини чотири ділянки зв'язування кисню (по одному гему на кожну субодиницю), тобто одночасно може зв'язуватися чотири молекули.

Гемоглобін є одним з основних білків, якими живляться малярійні плазодії — збудники малярії, і в ендемічних за малярією районах земної кулі досить поширені спадкові аномалії будови гемоглобіну, що утруднюють малярійним плазодіям живлення цим білком і проникнення в еритроцит. Зокрема, до таких аномалій, що мають еволюційно-приспосувальне значення, належить аномалія гемоглобіну, яка призводить до серпоподібно-клітинної анемії. На жаль, ці аномалії, як і аномалії будови гемоглобіну, котрі не мають суто пристосувального значення, супроводжуються порушенням кисневотранспортувальної функції гемоглобіну, зниженням стійкості еритроцитів до руйнування, анемією та іншими негативними наслідками. Аномалії будови гемоглобіну називають гемоглобінопатіями.

3. Біокоординаційні сполуки: вітамін B_{12} .

Вітамін B_{12} (кобаламін, антианемічний вітамін) виділений з печінки в кристалічному вигляді в 1948 році. Задовго до цього було відомо, що в печінці тварин міститься особлива речовина, яка регулює процес кровотворення і має лікувальний ефект при злоякісній анемії у людей. У 1955 році

Д. Ходжкін розшифрувала її структуру, включно з тривимірною простою конфігурацією, головним чином за допомогою фізичних методів дослідження (рентгенографічна кристалографія).

У людини й тварин нестача вітаміну B_{12} призводить до розвитку злоякісної анемії. Крім змін кровотворної функції, для авітамінозу B_{12} специфічні також порушення діяльності нервової системи й різке зниження кислотності шлункового соку.

Виявлено ферментні системи, у складі яких як простетична група беруть участь не вільний вітамін B_{12} , а так звані B_{12} -коферменти. Уперше B_{12} -коферменти виділив Г. Баркер зі співробітниками в 1958 році з мікроорганізмів, а пізніше було доведено їхнє існування в тканинах тварин.

Хімічні реакції, у яких вітамін B_{12} бере участь як кофермент, умовно поділяють на дві групи відповідно до його хімічної природи. До першої групи належать реакції трансметилування, у яких він виконує роль проміжного переносника метильної групи. Друга група реакцій за участю B_{12} -коферментів полягає у внутрішньомолекулярному перенесенні водню в реакціях ізомеризації.

Вітамін B_{12} — це єдиний вітамін, синтез якого здійснюється тільки мікроорганізмами — ані рослини, ані тканини тварин цієї здатності не мають.

Основні джерела вітаміну B_{12} для людини — м'ясо, яловича печінка, нирки, риба, молоко, яйця. Головним місцем накопичення вітаміну B_{12} в організмі людини є печінка, у якій міститься кілька міліграмів цього вітаміну. У печінку він надходить із тваринною їжею, зокрема з м'ясом, або синтезується мікрофлорою кишечника за умови доставки з їжею Кобальту. Добова потреба у вітаміні B_{12} для дорослої людини становить близько 3 мкг (0,003 мг).

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про хлорофіл, гемоглобін та вітамін B_{12} .

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Які біологічні функції хлорофілу вам відомі?
- Коли й хто вперше виділив хлорофіл?
- Чим хлорофіли відрізняються один від одного?
- Як здійснюється утворення хлорофілу?
- Які біологічні функції гемоглобіну ви знаєте?
- Які біологічні функції вітаміну B_{12} вам відомі?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Для утворення хлорофілу насамперед необхідна:

- А) достатня кількість Феруму;
- Б) достатня кількість Сульфуру;
- В) достатня кількість Фосфору;
- Г) достатня кількість кисню.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 53

Тема уроку: Основні напрями розвитку молекулярної біології. Штучний синтез біополімерів. Основні напрями біохімічних досліджень в Україні.

Мета уроку: розповісти учням про основні напрями розвитку молекулярної біології.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати основні напрями розвитку молекулярної біології.

Базові поняття й терміни: молекулярна біологія, біохімія.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Основні напрями розвитку молекулярної біології.	
2. Штучний синтез біополімерів.	
3. Основні напрями біохімічних досліджень в Україні.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.

Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

У чому подібність і в чому відмінність молекулярної біології та біохімії?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Основні напрями розвитку молекулярної біології.

Молекулярна біологія — це комплекс біологічних наук, які вивчають механізми зберігання, передачі й реалізації генетичної інформації, будову й функції нерегулярних біополімерів (білків і нуклеїнових кислот).

Виникнувши як біохімія нуклеїнових кислот, молекулярна біологія пережила період бурхливого розвитку власних методів дослідження, якими тепер відрізняється від біохімії. До них, зокрема, належать методи генної інженерії, клонування, штучної експресії та нокауту генів.

Оскільки ДНК є матеріальним носієм генетичної інформації, молекулярна біологія значно зблизилася з генетикою, і на межі утворилася молекулярна генетика, яка є одночасно розділом генетики та молекулярної біології. Так само як молекулярна біологія широко застосовує віруси як інструмент дослідження, у вірусології для розв'язання своїх завдань використовують методи молекулярної біології. Для аналізу генетичної інформації використовується обчислювальна техніка, у зв'язку із чим з'явилися нові напрями молекулярної генетики, які іноді вважають окремими дисциплінами: біоінформатика, геноміка й протеоміка.

2. Штучний синтез біополімерів.

За останні роки в ділянці хімічного синтезу цих біополімерів досягнуті значні успіхи. Синтезовано безліч пептидів, які використовують у медицині й сільському господарстві. Хімічним шляхом вдається одержувати поліпшені аналоги природних пептидів з більш вибірковою, посиленою або тривалою дією. Здійснено також синтез деяких невеликих білків, наприклад гормону інсуліну та деяких ферментів.

Сьогодні досить швидко можна синтезувати штучні фрагменти нуклеїнових кислот різної довжини й будь-якого складу (такі фрагменти називають олігонуклеотидами), а потім з'єднати їх у довші ланцюги за допомогою спеціальних ферментів. Отримані в такий спосіб гени та їхні фрагменти широко використовують у генетичній інженерії, біотехнології, а також для діагностики інфекційних і генетичних захворювань.

Великі надії пов'язані з їхнім застосуванням для спрямованого впливу на генетичний апарат клітини (генотерапія). За допомогою синтетичних фрагментів ДНК можна модифікувати природні гени, уводячи в них певні зміни. Таким способом можна вводити спрямовані модифікації в структуру білка, кодованого даним геном (білкова інженерія). Це відкрило шлях до створення білків, що володіють зміненою біологічною активністю, наприклад до одержання ферментів з поліпшеними властивостями.

Зазначені шляхи поліпшення старих і створення нових білків відкривають широкі перспективи для медицини й біотехнології.

3. Основні напрями біохімічних досліджень в Україні.

Біохімія — це наука про хімічний склад живих клітин та організмів і про хімічні процеси, що лежать в основі їхньої життєдіяльності. Біохімія перебуває на межі кількох наук, насамперед — біології і хімії.

Основними напрямками наукових біохімічних досліджень в Україні є:

- вивчення структури, фізико-хімічних властивостей та біологічних функцій складних білкових і надмолекулярних систем;
- з'ясування біохімічних механізмів регуляції метаболічних процесів за допомогою низькомолекулярних біологічно активних речовин (вітамінів, коферментів, пептидів, йонів металів тощо);
- розробка сучасних технологій одержання й практичного застосування біологічно активних препаратів, діагностикумів та біосенсорів для медицини, промисловості й сільського господарства.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про основні напрями розвитку молекулярної біології, штучного синтезу біополімерів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Які напрями розвитку молекулярної біології ви знаєте?
- Що вивчає молекулярна біологія?
- Яке практичне значення штучного синтезу біополімерів?
- Яким чином можна модифікувати природні гени?
- Які напрями біохімічних досліджень в Україні ви знаєте?

Самостійна робота учнів

Самостійна робота учнів може бути пов'язана зі збором інформації про основні напрями біохімічних досліджень в Україні.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 54

Тема уроку: Подібність біомолекулярного складу живих систем як доказ спорідненості всього живого.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про подібність біомолекулярного складу живих систем як доказ спорідненості всього живого.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати подібність біомолекулярного складу живих систем.

Базові поняття й терміни: біосистеми.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Спорідненість молекулярної логіки живого.	
2. Спорідненість хімічного складу організмів.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чи можете ви навести приклади спорідненості живих систем?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Спорідненість молекулярної логіки живого.

При утворенні біологічних структур використовуються органічні сполуки, які називають біомолекулами. Ці молекули були відібрані в ході еволюції внаслідок того, що їхня структура дозволяє їм здійснювати процеси, які забезпечують життєдіяльність живих систем. У всіх організмах ці сполуки однакові.

Розміри, форма й хімічні властивості біомолекул дозволяють їм служити будівельними блоками при створенні складної структури клітин, брати участь у процесах перетворення речовин та енергії, виконувати безліч біологічних функцій. Біохіміки, вивчаючи органічні сполуки, завжди прагнуть зрозуміти, задля чого живому організму знадобилася та чи інша молекула або хімічна реакція.

Молекулярну основу мають такі властивості живого, як обмін речовин, спадковість, мінливість, ріст, розвиток, подразливість і багато інших. Ця молекулярна основа однакова у всіх живих організмів.

Молекули, з яких складаються живі організми, підлягають усім відомим законам хімії, а крім того, взаємодіють між собою згідно із законами молекулярної логіки живого.

Молекулярна логіка живого теж споріднена у всіх живих організмів. Наприклад, подібним чином за матричним принципом синтезуються молекули ДНК. Однаковою у всіх організмів є загальна схема синтезу білка, яка включає два етапи — транскрипції і трансляції. У всіх живих організмів споріднений генетичний код. Універсальність генетичного коду й механізмів синтезу білка свідчать про хімічну спорідненість усіх живих організмів.

У всіх клітинах подвійний шар фосфоліпідів є основою мембран — тонких межових структур молекулярних розмірів, розташованих на поверхні клітин і субклітинних частинок, а також каналців і пухирців, що пронизують протоплазму. Мембрани беруть участь у процесах транспорту речовин, генерації нервового імпульсу, перетворенні світлової енергії на хімічну енергію і перетворенні енергії біологічного окиснення на хімічну енергію молекул АТФ. Спорідненість будови мембран і схожість функцій, які вони виконують у різних клітинах, теж свідчать про хімічну спорідненість усіх живих організмів.

2. Спорідненість хімічного складу організмів.

До складу всіх живих організмів входять певні елементи. Оксиген, Карбон, Гідроген і Нітроген — це група елементів, яких живі організми містять найбільше. Саме ці елементи становлять основу органічних сполук, що входять до складу живих клітин. Хімічні властивості живих організмів у значній мірі залежать від Карбону, атоми якого утворюють ковалентні зв'язки й формують скелет, або кістяк, органічних сполук.

Хімічний склад живої матерії відрізняється від хімічного складу земної кори. У живих клітинах Карбон становить 50–60 % сухої речовини, азот — 8–10 %, Оксиген — 25–30 % і Гідроген — 3–4 %. Тим часом у земній корі на частку Карбону, Гідрогену й Нітрогену, разом узятих, припадає менше 1 % її загальної маси.

Для різних організмів абсолютно необхідні лише 27 із 92 природних хімічних елементів, що є в земній корі. Основні з них — це елементи, що входять до складу органічних речовин: Карбон С, Гідроген Н, Оксиген О, Нітроген N, Фосфор Р і Сульфур S.

Клітині також потрібні елементи, які зустрічаються у вигляді йонів: Натрій Na^+ , Калій K^+ , Магній Mg^{2+} , Кальцій Ca^{2+} і Хлор Cl^- .

Мікроелементи Ферум Fe, Купрум Cu, Цинк Zn, Манган Mn, Кобальт Co, Йод I, Молібден Mo, Ванадій V, Нікол Ni, Хром Cr, Флуор F, Селен Se,

Силіцій Si, Станум Sn, Бор B і Арсен As містяться в живих організмах у невеликих кількостях, але їхня відсутність може призводити до серйозних порушень процесів життєдіяльності.

Усі хімічні елементи перебувають в організмі або у вигляді йонів, або входять до складу тих чи інших сполук — молекул неорганічних і органічних речовин.

Більшість елементів, що містяться в живій матерії, мають відносно невеликі порядкові номери, і лише в трьох із них порядкові номери перевищують 34. Це свідчить про елементну спорідненість живих організмів.

Подібність хімічного складу клітин усіх організмів є доказом спорідненості живої природи. Разом з тим немає жодного хімічного елемента, наявного в живих організмах, який не був би знайдений також у тілах неживої природи. Це є доказом спорідненості живої і неживої матерії.

Серед неорганічних сполук найпоширенішою в живих організмах є вода. Вода — найбільш розповсюджена речовина в живій природі. Спорідненість хімічного складу організмів проявляється й у тому, що всі структурні елементи живої клітини та їхні функції пристосовані до фізичних і хімічних властивостей води. Унікальні властивості води використовують усі організми для реалізації багатьох процесів життєдіяльності.

Серед інших хімічних речовин живої клітини переважають органічні сполуки. Вони становлять у середньому 20–30 % маси організму. До них належать білки, нуклеїнові кислоти та вуглеводи, а також ліпіди й ряд невеликих молекул — гормонів, пігментів, амінокислот, нуклеотидів, АТФ. Кожна група органічних речовин у будь-якій клітині виконує подібні функції.

Наприклад, у всіх клітинах білки виконують будівельну й ферментативну функції, фосфоліпіди є основою мембран, молекули АТФ використовуються як універсальний переносник енергії.

Для простих молекул, з яких побудовані всі макромолекули, характерна одна особливість — вони можуть виконувати в клітині кілька функцій. Наприклад, різні амінокислоти служать не тільки мономерами білків, але є також попередниками гормонів, алкалоїдів, пігментів і багатьох інших біомолекул. Нуклеотиди використовуються не тільки як мономери нуклеїнових кислот, але і як коферменти й переносники енергії. Це характерно для всіх організмів і так само свідчить про спорідненість їхнього хімічного складу.

У всіх живих організмів у процесах зберігання, передачі й реалізації генетичної інформації беруть участь нуклеїнові кислоти. Нуклеїнові кислоти найрізноманітніших живих істот (від вірусів до зелених рослин, тварин і людини) дуже подібні.

У живих організмах міститься безліч різних білків і нуклеїнових кислот, але будова цих складних структур базується на схожих принципах. Як будівельні блоки, з яких складаються всі білки й нуклеїнові кислоти, використовуються прості молекули, число яких невелике, і вони мають одну й ту саму будову у всіх видів організмів. Так, молекули всіх білків побудовані всього з 20 різних амінокислот, розташованих у тій чи іншій лінійній послідовності. З одних і тих самих будівельних блоків різні організми здатні виробляти такі різноманітні продукти, як ферменти, гормони,

білок кришталика ока, білки молока, антибіотики та багато інших сполук, що володіють специфічною біологічною активністю.

Незважаючи на різноманітність живих організмів у природі, усі вони споріднені між собою, мають подібний хімічний склад, використовують для процесів життєдіяльності подібні хімічні реакції.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Усі властивості живого мають молекулярну основу. Ця молекулярна основа — єдина для всіх живих організмів. Подібність хімічного складу клітин усіх організмів є доказом спорідненості живої природи.

Універсальність генетичного коду й механізмів синтезу білка, спорідненість будови мембран і схожість функцій, які вони виконують у різних клітинах, свідчать про хімічну спорідненість усіх живих організмів.

Незважаючи на різноманітність живих організмів у природі, усі вони споріднені між собою, мають подібний хімічний склад, використовують для процесів життєдіяльності подібні хімічні реакції.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Якими властивостями й функціями володіють біомолекули?
- Як можна довести, що молекулярна логіка живого теж споріднена у всіх живих організмів?
- Про що свідчить універсальність генетичного коду?
- Про що свідчить спорідненість будови мембран і схожість функцій, які вони виконують?
- Які елементи становлять основу органічних сполук, що входять до складу живих клітин?
- Чим відрізняється хімічний склад живої матерії від хімічного складу земної кори?

Самостійна робота учнів

Самостійна робота учнів може бути організована в групах, які обговорюють докази спорідненості живих систем.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Вивчення теми завершується екскурсією до біохімічної лабораторії (лабораторії сертифікації якості харчових продуктів, до Інституту біохімії, Інституту молекулярної біології).

Вивчення теми передбачає проведення лабораторного практикуму, на який за програмою виділено дев'ять уроків.

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ № 1

Урок № 55. Якісні реакції об'єктів живої природи та біологічних рідин на вміст макро- і мікроелементів.

Урок № 56. Оцінка біоактивності хімічних елементів (за довідниками).

Урок № 57. Виявлення симптомів дефіциту або надлишку хімічних елементів у рослинних організмах.

Урок № 58. Розрахунки приблизного вмісту макроелементів у власному організмі.

Урок № 59. Написання рівнянь дисоціації електролітів живих систем.

Урок № 60. Кислотний гідроліз білків і кольорові реакції амінокислот, пептидів, білків (біуретова, ксантопротеїнова, Фоля).

Урок № 61. Виділення лецитину з яєчного жовтка та його гідроліз.

Урок № 62. Якісні реакції на вітамін С.

Урок № 63. Вивчення властивостей ліпідів.

Під час проведення лабораторного практикуму можна використовувати ЗЛПР (с. 78—94).

РОЗДІЛ III. КЛІТИННИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИВОЇ ПРИРОДИ (50 ГОДИН)

Тема 6. Структури клітинного рівня: біомолекули та органели клітини (20 годин).

Вивчаючи цю тему, учні дізнаються:

- про основні положення клітинної теорії;
- основні характеристики клітин рослин і тварин;
- функціональне значення біомолекул в організації клітинних структур;
- функціональне значення та будову клітинних органел.

Вивчаючи цю тему, учні навчаться:

- описувати транспорт речовин крізь мембрани;
- характеризувати роль біомолекул в утворенні клітинних структур, будову й функції частин клітини та органел;
- пояснювати особливості структури мембранних і немембранних органел;
- застосовувати знання для виготовлення мікропрепаратів клітин і проведення спостережень.

УРОК № 64

Тема уроку: Нарис історії вивчення клітини. Клітинна теорія. Значення клітинної теорії для розвитку біології.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про клітинну теорію.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати вивчення клітини та клітинну теорію.

Базові поняття й терміни: клітина, клітинна теорія.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Історія вивчення клітини.	
2. Клітинна теорія.	
3. Значення клітинної теорії для розвитку біології.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Відколи вчені почали вивчати клітину?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Історія вивчення клітини.

Світ клітин, невидимий для неозброєного ока, залишався цілком невідомим до середини XVII століття, доки люди не навчилися шліфувати лінзи й використовувати їх для розширення можливостей зору.

Одним з перших творців мікроскопа був англієць Роберт Гук — фізик, метеоролог, біолог, інженер, архітектор, видатний представник свого часу. У 1665 році він видав альбом малюнків за назвою «Мікрографія», у якому були представлені його спостереження під мікроскопом. Серед них був і тонкий зріз коркової тканини дерева, структура якого нагадувала стільники, чітке й правильне розташування «мікроскопічних пор», або «клітин». Гук використовував слово «клітини» у його справжньому значенні, маючи на увазі маленькі камери на зразок чернечих келій. Це слово увійшло в науковий ужиток, набувши зовсім іншого значення.

Одним з обдарованих сучасників Гука був голландець Антоні ван Левенгук, який створив понад 200 мікроскопів власної особливої конструкції. Вони склалися з невеликої скляної кульки, вставленої в мідну пластинку. Тримавши таке пристосування близько біля ока й розглядаючи крізь кульку різні предмети, укріплені на кінчику голки, Левенгук зміг домогтися збільшення об'єктів у 270 разів і зробив неабиякі відкриття. Гідний подиву той факт, що Левенгукові вдалося побачити навіть бактерії, які він замалював з такою точністю, що фахівці й досі можуть їх розпізнати.

У 1827 році італійському фізику Джованні Батисті Амічі вдалося виправити основні оптичні аберації лінз. Роберт Броун у 1833 році відкрив

у клітині ядро. Після 1825 року Ян Пуркінє розробив ефективні методи приготування й фарбування препаратів для мікроскопічної техніки. Збільшення чіткості зображення мало такі важливі наслідки, що вже через кілька років можна було сформулювати загальну теорію, згідно з якою всі рослини й тварини складаються з одного або більше елементів — клітин. Цю теорію запропонував для рослин у 1837 році німецький ботанік Маттіас Шлейден, яку поширив на тваринний світ його друг, фізіолог Теодор Шванн. Перегородою її доповнив патолог Рудольф Вірхов, який у 1858 році сформулював тезу: «Кожна клітина походить із клітини».

У середині XIX століття клітинна теорія стала загально визнаною й послужила основою для науки про клітину — цитології. До кінця XIX століття було відкрито багато компонентів клітини. Учені описали їх і дали їм назви. Однак згодом дослідники зіштовхнулися з перешкодою, здавалося б, непереборною, оскільки вона була обумовлена самими законами фізики. Навіть за допомогою дуже досконалих інструментів не можна було побачити ті деталі, розміри яких були менші за половину довжини хвилі світла (тобто менші за 0,25 мкм). У світі клітин такі розміри досить поширені. Уявіть собі, що у світі, який нас оточує, не можна побачити жоден предмет, розміри якого менші за 25 см. Як же багато зникне, ставши раптом невидимим!

Однак у 1945 році цитологи вперше зазирали в клітину за допомогою електронного мікроскопа й побачили багато невідомих досі структур. Вирішальна роль у розвитку цитології належить новим відкриттям в інших науках, зокрема, у фізиці. Прогрес у цитології був неможливий до появи нових технічних засобів, наприклад електронного мікроскопа.

2. Клітинна теорія.

Клітина є елементарною структурно-функціональною одиницею живого. Уперше це встановили Маттіас Шлейден і Теодор Шванн, які є творцями клітинної теорії. У своїй роботі «Мікроскопічні дослідження про відповідність у структурі й рості тварин і рослин», написаній у 1839 році, Т. Шванн сформулював основні положення клітинної теорії так:

1. Усі організми складаються з однакових частин — клітин; вони утворюються й ростуть за одними й тими самими законами.
2. Спільний принцип розвитку для елементарних частин організму — клітиноутворення.
3. Кожна клітина в певних межах — це індивідуум, якимсь самостійне ціле. Але ці індивідууми діють спільно, так, що виникає гармонічне ціле. Усі тканини складаються із клітин.
4. Процеси, що виникають у клітинах рослин, можуть бути зведені ось до чого: 1) виникнення нових клітин; 2) збільшення клітин у розмірах; 3) перетворення клітинного вмісту й стовщення клітинної стінки.

М. Шлейден і Т. Шванн помилково вважали, що клітини в організмі виникають із первинної неклітинної речовини. Пізніше, у 1859 році Рудольф Вірхов сформулював одне з найважливіших положень клітинної теорії: «Кожна клітина походить з іншої клітини... Там, де виникає клітина, їй повинна передувати клітина, подібно до того, як тварина походить тільки від тварини, рослина — тільки від рослини».

Клітинна теорія розвивається. У рамках цієї теорії був сформульований висновок про те, що клітина є не тільки одиницею структури й функції, але й основою розвитку багатоклітинного організму, основою для протікання фізіологічних і біохімічних процесів в організмі. Біохімічні дані дозволили дійти висновку про подібність хімічного складу всіх клітин і ще раз підтвердили спорідненість усього органічного світу.

3. Значення клітинної теорії для розвитку біології.

Сучасна клітинна теорія містить такі положення:

1. Клітина — це основна одиниця будови й розвитку всіх живих організмів, найменша одиниця живого.
2. Клітини всіх одноклітинних і багатоклітинних організмів подібні за своєю будовою, хімічним складом, основними проявами життєдіяльності та обміном речовин.
3. Розмноження клітин відбувається шляхом їхнього поділу, і кожна нова клітина утворюється в результаті поділу материнської клітини.
4. У складних багатоклітинних організмах клітини спеціалізовані за функціями, які вони виконують, і утворюють тканини; із тканин складаються органи, які тісно пов'язані між собою й підпорядковані нервовим і гуморальним системам регуляції.

Дослідження клітини тривають, але теоретичною основою для них, як і раніше, є клітинна теорія. Клітинна теорія — це одне з найважливіших узагальнень біологічної науки.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити основні положення клітинної теорії.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Чим схожа сучасна клітинна теорія на теорію, створену в XIX столітті, й чим вона від неї відрізняється?
- Який внесок у вивчення клітини зробив Роберт Гук?
- Який внесок у вивчення клітини зробили Антоні ван Левенгук, Джованні Батиста Амічі, Роберт Броун?
- Як вплинув на вивчення клітини розвиток світлової мікроскопії?
- Коли клітинна теорія стала загально визнаною і послужила основою для науки про клітину — цитології?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

На формування клітинної теорії вплинули успіхи:

- А) оптики;
- Б) палеонтології;
- В) систематики;
- Г) геометрії.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 65

Тема уроку: Методи вивчення життя на клітинному рівні.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про методи вивчення життя на клітинному рівні.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати методи вивчення життя на клітинному рівні.

Базові поняття й терміни: цитологічні методи.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
<i>Методи вивчення життя на клітинному рівні.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що можна розглядати під мікроскопом, а що не можна?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

Методи вивчення життя на клітинному рівні.

Основним методом, яким користуються цитологи, є метод світлової мікроскопії. Він передбачає використання світлового мікроскопа, але розглянути за допомогою світлового мікроскопа можна не все, а тільки спеціально приготовлені препарати.

Для приготування препаратів цитологи використовують накривні й предметні скельця та спеціально підготовлені об'єкти, які можна розглядати. Головне завдання під час приготування препаратів полягає в тому, щоб отримати такий шар клітин, який би пропускав світло, а структури клітин можна було б побачити в мікроскоп. Найчастіше ці структури безбарвні, тому їх потрібно ще й зафарбовувати спеціальними барвниками, щоразу різними, залежно від того, які структури ми хотіли б побачити. Фактично є два такі методи: це метод приготування роздавлених препаратів, коли досліджуваний об'єкт просто роздавлюють в один шар між предметним і покривним склом, і метод приготування тонких зрізів, коли зріз настільки тонкий, що складається з одного шару клітин. Для приготування таких тонких зрізів є спеціальні прилади — ультрамикротомі. Обидва методи передбачають, що досліджуються вже неживі клітини. Вони також дозволяють зробити як тимчасові препарати, які можна розглядати впродовж кількох днів, так і постійні препарати, які можуть зберігатися впродовж багатьох років, оскільки їх заливають спеціальним балъзамом.

Для вивчення живих клітин використовують метод фазово-контрастної мікроскопії. Він заснований на тому, що окремі ділянки загалом прозорої клітини, хоча й не дуже, але все-таки відрізняються одна від одної за щільністю й світлозаломленням. Є прилади, які допомагають зафіксувати цю різницю й представити нашому оку світло-темне контрастне зображення незабарвленого живого об'єкта.

Під час вивчення живих клітин використовують також метод флуоресцентної мікроскопії. Його суть полягає в тому, що цілий ряд речовин мають здатність світитися при поглинанні ними світлової енергії. Якщо у флуоресцентний мікроскоп розглядати клітини рослин, то на темному тлі буде видно яскраві світні червоні зерна — це хлоропласти.

Існує метод, у якому використовують мічені ізотопи — метод авторадіографії — реєстрації речовин, мічених ізотопами. За допомогою цього методу можна побачити, в які частини клітини потрапляють речовини, мічені радіоактивними ізотопами. Це важливо для з'ясування особливостей функціонування клітини.

І, нарешті, метод електронної мікроскопії, який відкрив для цитологів ті структури клітини, що мають розміри, менші за довжину світлової хвилі. Завдяки цьому методу з'явилася можливість розглянути віруси й рибосоми — органели, на яких здійснюється синтез білка.

Цитологи можуть також отримувати й вивчати різні компоненти клітини за допомогою фракціонування клітин. Клітину спочатку руйнують, а потім виділяють клітинні структури, використовуючи спеціальний прилад — центрифугу. Виділені органели клітин можна вивчати й за допомогою інших біохімічних методів.

Сучасна клітинна інженерія може створювати клітини нового типу на основі їх гібридизації, реконструкції й культивування. Клітинна інженерія є одним з основних методів біотехнології.

Метод використання культури клітин — це метод тривалого збереження й вирощування в спеціальних живильних середовищах клітин, тканин, невеликих органів або їхніх частин, виділених з організму людини, тварин і рослин. Важливою перевагою цього методу є можливість спостереження за життєдіяльністю клітин за допомогою мікроскопа. Методи культури клітин знайшли широке застосування при реконструкції різних тканин та органів.

Цитологічні методи використовують у медицині для дослідження фізіологічного стану організму людини на підставі вивчення морфології клітин. Їх застосовують для виявлення хвороб крові, розпізнавання злоякісних та доброякісних пухлин, розпізнавання багатьох захворювань органів дихання, травлення, сечовиділення, нервової системи та оцінки результатів їхнього лікування.

Один із розділів клітинної медицини присвячений вивченню стовбурових клітин. Стовбурова клітина — це незріла клітина, здатна до самовідновлення й до перетворення на спеціалізовані клітини організму. У дорослому організмі стовбурові клітини розташовані, в основному, у кістковому мозку й у дуже невеликих кількостях у всіх органах і тканинах.

Оскільки стовбурові клітини можуть перетворюватися на будь-які клітини організму залежно від того, де вони осідають, то їх можна використовувати також для лікування багатьох захворювань і розладів.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Учні часто не розуміють, що під мікроскопом потрібно розглядати спеціально приготовлені цитологічні препарати, що багато органел неможливо побачити, заздалегідь не зафарбувавши їх. Тому слід докладно пояснити методи приготування препаратів для світлової мікроскопії.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Історія розвитку цитології починається в сімнадцятому столітті одночасно зі створенням світлового мікроскопа. Прогрес у вивченні клітини тісно пов'язаний з успіхами розвитку мікроскопічної техніки й створенням різноманітних методик приготування препаратів.

Основним методом, яким користуються цитологи, є метод світлової мікроскопії. До інших методів належать метод фазово-контрастної мікроскопії, флуоресцентної мікроскопії, авторадіографії, метод електронної мікроскопії, метод використання культури клітин.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Чому деякі структури клітини неможливо побачити за допомогою світлового мікроскопа?
- Які наслідки для розвитку науки мало збільшення чіткості зображення світлового мікроскопа?
- Чому прогрес у цитології був неможливий до появи нових технічних засобів, наприклад електронного мікроскопа?
- Які методи використовують учені для приготування цитологічних препаратів?
- У чому особливості методу фазово-контрастної мікроскопії?
- Якими методами користується сучасна клітинна інженерія?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО)

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

У методі авторадіографії використовують речовини:

- А) мічені ізотопами;
- Б) зафарбовані основними барвниками;
- В) зафарбовані орсеїном;
- Г) не характерні для клітини.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Загальний план будови клітин живих організмів.
Структурні компоненти клітини: цитоплазма, ядро, поверхневий апарат.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про загальний план будови клітин живих організмів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати загальний план будови клітин живих організмів.

Базові поняття й терміни: клітина, план будови.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
<i>Загальний план будови клітин живих організмів.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви пам'ятаєте про будову рослинної і тваринної клітин?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

Загальний план будови клітин живих організмів.

Відомо, що клітини дуже різноманітні. Їхня різноманітність настільки велика, що спочатку, розглядаючи клітини в мікроскоп, учені не помічали жодних подібних рис і властивостей. Але згодом вони виявили, що за всією різноманітністю клітин приховується їхня принципова спорідненість, спільні, характерні для них прояви життя.

Чим же схожі клітини?

Уміст будь-якої клітини відокремлений від зовнішнього середовища особливою структурою — плазматичною мембраною (плазмалемою). Ця відокремленість дозволяє створювати всередині клітини цілком особливе середовище, не схоже на те, яке її оточує. Тому в клітині можуть протікати ті процеси, які не протікають більше ніде. Їх називають процесами життєдіяльності.

Внутрішнє середовище живої клітини, обмежене плазматичною мембраною, називають цитоплазмою (від грец. *kytos* — клітина і *plasma* — тут: вміст). Вона містить гіалоплазму — основну прозору речовину й клітинні органели, а також різні непостійні структури — включення.

До органел, що є в будь-якій клітині, належать також рибосоми, де здійснюється синтез білка.

Спорідненість будови всіх клітин є підтвердженням спорідненості живого світу.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Власне новий матеріал на цьому уроці з'являється завдяки узагальненню вже наявних знань в учнів, які звертають увагу не на відмінності між прокаріотами та еукаріотами, рослинними й тваринними клітинами, а на те, що їх об'єднує.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити схему загального плану будови клітин живих організмів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Чим схожі й чим відрізняються клітини прокаріотів і еукаріотів?
- Чим схожі й чим відрізняються клітини рослин і тварин?
- Які органели обов'язкові для будь-якої клітини?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

До органел, які є в будь-якій клітині, належать:

- А) апарат Гольджі;
- Б) рибосоми;
- В) ядро;
- Г) хлоропласти.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 67

Тема уроку: Клітини прокариотів і еукариотів.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про клітини прокариотів і еукариотів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати клітини прокариотів і еукариотів.

Базові поняття й терміни: прокариоти, еукариоти.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Клітини еукариотів.	
2. Клітини прокариотів.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чим клітини бактерій відрізняються від клітин тварин?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Клітини еукариотів.

Еукариоти — це організми, у яких тіло клітин на відміну від клітин прокариот диференційоване на цитоплазму й відокремлене двомембранною оболонкою ядро. Ядро — це найбільша органела еукариотичної клітини, у якій зберігається й з якої переписується спадкова інформація, записана в хромосомах. Хромосома — це величезна молекула ДНК, інтегрована з білками.

У ядрі є ядерце — місце, де утворюються інші важливі органели, що беруть участь у синтезі білка, — рибосоми. Але рибосоми тільки формуються в ядрі, а працюють (тобто синтезують білок) у цитоплазмі. Частина з них перебуває в цитоплазмі вільно, а частина прикріплюється до мембран, які утворюють сітку, що отримала назву ендоплазматичної.

Ендоплазматична сітка — це сітка каналців, обмежених мембранами. Існує два типи ендоплазматичної сітки: гранулярна й агранулярна. На мембранах гранулярної ендоплазматичної сітки розташовані рибосоми, тому в ній здійснюється синтез і транспорт білків. Агранулярна ендоплазматична сітка — це місце синтезу й транспорту вуглеводів і ліпідів.

Для синтезу білків, вуглеводів і жирів потрібна енергія, яку в еукариотичній клітині виробляють енергетичні станції клітини — мітохондрії.

Мітохондрії — це двомембранні органели, у яких здійснюється процес клітинного дихання. На мембранах мітохондрій окиснюються харчові продукти й накопичується хімічна енергія у вигляді особливих енергетичних молекул.

У клітині є також місце, де органічні сполуки можуть накопичуватися й звідки можуть транспортуватися — це апарат Гольджі — система плоских мембранных мішечків. Він бере участь у транспорті білків, ліпідів, вуглеводів, відновленні плазматичної мембрани. В апараті Гольджі утворюються також органели внутрішньоклітинного травлення — лізосоми.

Лізосоми — це одномембранні органели, характерні для клітин тварин, що містять ферменти, які можуть руйнувати білки, вуглеводи, нуклеїнові кислоти, ліпіди.

Усі органели клітини працюють спільно, беручи участь у процесах обміну речовин та енергії.

У клітині можуть бути органели, які не мають мембранної будови, наприклад цитоскелет. Це опорно-рухова система клітини, що містить мікрофіламенти, війки, джгутики, клітинний центр, який продукує мікротрубочки й центріолі.

Є органели, характерні тільки для клітин рослин — пластиди.

Пластиди бувають трьох типів: хлоропласти, хромопласти й лейкопласти. У хлоропластах, як ви вже знаєте, здійснюється процес фотосинтезу.

У рослинах є також вакуолі — це продукти життєдіяльності клітини, які є резервуарами води й розчинених у ній сполук.

До еукариотичних організмів належать рослини, тварини й гриби.

2. Клітини прокаріотів.

Прокаріоти — це одноклітинні організми, у клітинах яких немає оформленого ядра й багатьох інших органел, наявних в еукаріотів. Для всіх прокаріотичних клітин характерні малі розміри (не більше 10 мкм), збереження генетичного матеріалу у формі циклічної молекули ДНК (нуклеоїду), наявність коротких, позагеномних подвійних ланцюгів ДНК — плазмід, які реплікуються самостійно, передаються із клітини в клітину, можуть входити до складу геному й виходити з нього.

Нуклеоїд — це скупчення ядерної речовини бактеріальної клітини. Слово «нуклеоїд» означає «подібний до ядра». Це простір усередині клітини прокаріотів, у якому перебуває генетичний матеріал. ДНК нуклеоїду має замкнуту кільцеву форму. Такий метод зберігання спадкової інформації відрізняється від того, що його використовують еукаріоти, у яких ДНК упакована в хромосоми й перебуває всередині ядра.

Нуклеоїд можна побачити за допомогою електронного мікроскопа. Незважаючи на те, що він не має постійної форми, його чітко видно на тлі цитоплазми. При спеціальному зафарбовуванні нуклеоїд можна побачити навіть за допомогою світлового мікроскопа.

Якщо в прокаріотів протікає процес аеробного дихання, то для цього використовують спеціальні випинання плазматичної мембрани — мезосоми. Якщо бактерії фотосинтезують, то процес фотосинтезу здійснюється на фотосинтетичних мембранах — тилакоїдах.

Синтез білка в прокаріотів відбувається на рибосомах, але вони менші за розмірами від рибосом еукаріот.

У прокаріотичній клітині мало органел, жодна з них не має двомембранної будови, внутрішні мембрани зустрічаються рідко. Якщо вони є, то на них здійснюються процеси дихання або фотосинтезу.

До прокаріотичних організмів належать бактерії й ціанобактерії.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Учні часто не розуміють того, що прокаріотична клітина не має оформлених органел, але може виконувати певні функції за допомогою спеціалізованих мембран. Наприклад, деякі прокаріоти можуть фотосинтезувати, хоча в них немає хлоропластів, можуть використовувати для отримання енергії кисень, хоча в них немає мітохондрій. Слід звернути увагу на те, що прокаріоти виконують такі функції за допомогою фотосинтетичних мембран та мезосом.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про будову прокаріотів і еукаріотів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- У чому особливості будови клітин еукаріотів?
- Які функції можуть виконувати органели еукаріотичної клітини?
- У чому особливості будови клітин прокаріотів?
- Чим відрізняється метод зберігання спадкової інформації в прокаріотів і еукаріотів?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

До органел, характерних тільки для клітин рослин, належать:

- А) лізосоми;
- Б) *пластиди*;
- В) клітинна стінка;
- Г) ядро.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 68

Тема уроку: Рослинна й тваринна клітини: порівняльна характеристика будови. Клітини грибів. Лабораторна робота № 12. Виготовлення й опис мікропрепаратів клітин рослин. Практична робота № 9. Вивчення клітин рослин і тварин під мікроскопом. Лабораторна робота № 13. Вивчення клітин дріжджів під мікроскопом.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про рослинну й тваринну клітини, провести лабораторні та практичні роботи.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати рослинну й тваринну клітини.

Базові поняття клітини рослин, клітини грибів, клітини тварин.
й терміни:
Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
 Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
 Вивчення нового матеріалу 15 хв.
Будова рослинної клітини, тваринної клітини й клітин грибів.
 Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 18 хв.
 Домашнє завдання 1–2 хв.
 Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап _____

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності _____

► Обговорення запитання

Чим відрізняються клітини рослин і грибів?

Вивчення нового матеріалу _____

► Розповідь учителя з елементами бесіди

Будова рослинної клітини, тваринної клітини й клітин грибів.

Про будову рослинної клітини, тваринної клітини й клітин грибів слід розповісти шляхом порівняння, заповнюючи таблицю.

Порівняння клітин грибів, рослин і тварин

Орґаноїд	Функція	Гриби	Рослини	Тварини
Ядро	Зберігання спадкової інформації, синтез РНК	Є	Є	Є
Хромосома	Спадковий матеріал, що складається з лінійної ДНК	Є	Є	Є
Рибосоми	Органели, що складаються із двох частин, здійснюють синтез білка	Є	Є	Є

Продовження таблиці

Орґаноїд	Функція	Гриби	Рослини	Тварини
Мітохондрії	Органели, вкриті подвійною мембраною, синтезують АТФ(АТР)	Є	Є	Є
Апарат Гольджі	Здійснює синтез складних білків, полісахаридів, їхнє накопичення й секрецію	Є	Є	Є
Ендоплазматична сітка	Виконує синтез і забезпечує транспорт білків і ліпідів	Є	Є	Є
Центріоль	Під час поділу клітини утворює веретено поділу	Немає	Немає	Є
Хлоропласти	Здійснюють синтез органічних речовин з води й вуглекислого газу з виділенням кисню	Немає	Є	Немає
Лейкопласти	Здійснюють накопичення крохмалю	Немає	Є	Немає
Хромопласти	Надають забарвлення плодам і квіткам рослин, оскільки містять ксантофіл	Немає	Є	Немає
Лізосоми	Здійснюють розщеплення різних органічних речовин	Немає	Немає	Є

Орґаноїд	Функція	Гриби	Рослини	Тварини
Клітинна оболонка	Полісахаридна оболонка над клітинною мембраною, що захищає клітину	Є	Є	Немає
Вакуолі	Накопичують клітинний сік	Є	Є	Слабко виражені
Цитоскелет	Надає форму клітині	Є	Є	Є
Органели для переміщення	Служать для переміщення в просторі (війки, джгутики тощо)	Є	Є	Є

Оскільки рослинну й тваринну клітини учні знають краще, ніж клітини грибів, то на них слід зупинитися докладніше.

У багатьох клітин грибів є клітинна стінка, вона відсутня лише в зооспор та вегетативних клітин деяких примітивних грибів. Клітинна стінка на 80–90 % складається з азотистих і безазотистих полісахаридів, у більшості основним полісахаридом є хітин, в ооміцетів — целюлоза. До складу клітинної стінки входять також білки, ліпіди й поліфосфати. Усередині перебуває протопласт, оточений цитоплазматичною мембраною. Протопласт має будову, типову для еукаріотів. Є запасні вакуолі, що містять волютин, ліпіди, глікоген, жирні кислоти (в основному ненасичені) та інші речовини. Ядер — одне або кілька. У різних груп переважають різні стадії за плоідністю.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Проблеми можуть виникати у зв'язку з незнанням особливостей будови клітин грибів.

► Ориєнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити перелік відмінностей клітин рослин, тварин і грибів.

► Робота із зошитом

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести лабораторну роботу № 12 «Виготовлення й опис мікропрепаратів клітин рослин», практичну роботу № 9 «Вивчення клітин рослин і тварин під мікроскопом» і лабораторну роботу № 13 «Вивчення клітин дріжджів під мікроскопом» (ЗЛПР, с. 19, с. 52, с. 21).

► Запитання для повторення та обговорення

- Чим схожі й чим відрізняються клітини грибів і рослин?
- Чим схожі й чим відрізняються клітини грибів і тварин?
- Чим схожі й чим відрізняються клітини рослин і тварин?

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 69

Тема уроку: Цитоплазма та її компоненти: цитозоль, органели, включення. Лабораторна робота № 10. Рух цитоплазми. Явище плазмолізу й деплазмолізу в рослинній клітині.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про цитоплазму та її компоненти.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати цитоплазму та її компоненти.

Базові поняття й терміни: цитозоль, органели, включення.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Цитоплазма та її компоненти: цитозоль, органели, включення.
2. Явище плазмолізу й деплазмолізу в рослинній клітині.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів.....	5 хв.
Домашнє завдання.....	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

- Обговорення запитання
- Чи є в клітинах непостійні структури?

Вивчення нового матеріалу

- Розповідь учителя з елементами бесіди
- 1. Цитоплазма та її компоненти: цитозоль, органели, включення.
Цитозоль — це частина цитоплазми, що займає простір між мембранними органелами. Зазвичай на неї припадає близько половини загального об’єму клітини. До складу цитозолі входить безліч ферментів проміжного обміну й рибосоми. Близько половини всіх білків, що утворюються на рибосомах, залишаються в цитозолі як її постійні компоненти.
Цитозоль містить безліч білкових філаментів, зібраних у фібрилярний цитоскелет. Він визначає форму клітини, забезпечує рух цитоплазми й утворює спільну сітку, що зорганізовує ферментативні реакції.
Оскільки білки становлять близько 20 % маси цитозолі, точніше буде уявляти його собі як високоорганізований гель, а не як розчин ферментів. Однак дослідження швидкості дифузії показують, що малі молекули й деякі невеликі білки дифундують у цитозолі майже з тією самою швидкістю, що й у воді. З іншого боку, великі частинки, такі як транспортні пухирці й органели, рухаються дуже повільно, почасти тому, що незрідка зіштовхуються з компонентами цитоскелета. Для того щоб вони пересувалися із прийнятною швидкістю, спеціальні білкові «двигуни» гідролізують АТФ і використовують вивільнювану при цьому енергію для перенесення великих частинок уздовж мікротрубочок або актинових філаментів.
Органелами називають постійно наявні структури клітини, які мають певну будову, місце розташування й виконують певні функції.
Органели, які постійно наявні у всіх клітинах, називають органелами загального значення. Інші органели наявні тільки в деяких клітинах у зв’язку з виконанням певних специфічних для даних клітин функцій. Такі органели називають органелами спеціального значення.
Органели цитоплазми за принципом їхньої будови поділяють на дві групи: мембранні й немембранні.
Мембранні органели являють собою замкнуті компартменти (відсіки), відокремлені мембраною, що є їхньою стінкою. Немембранні органели не є клітинними компартментами й мають іншу будову.

Включення цитоплазми — це необов’язкові компоненти клітини, що виникають і зникають залежно від метаболічного стану клітин.

Розрізняють включення трофічні, секреторні, екскреторні й пігментні.

До трофічних включень належать крапельки нейтральних жирів, які можуть накопичуватися в гіалоплазмі й використовуватися в разі потреби. Іншим видом включень резервного характеру є глікоген — полісахарид, який так само може відкладатися в гіалоплазмі.

Секреторні включення — це зазвичай округлі утворення різних розмірів, що містять біологічно активні речовини, які утворюються в клітинах у процесі життєдіяльності.

Екскреторні включення не містять жодних ферментів та інших активних речовин. Як правило, це продукти обміну речовин, що підлягають видаленню з клітини.

Пігментні включення можуть бути екзогенні (каротин, пилові частинки, барвники) та ендогенні (гемоглобін, білірубін, меланін). Їхня наявність у цитоплазмі може змінювати колір тканини, органа тимчасово або постійно.

Про органели клітини можна розповісти, користуючись таблицею.

Органели еукаріотичної клітини		
Назва органели	Особливості будови	Біологічні функції
Ядро	Найбільша двомембранна органела клітини	Є інформаційним центром клітини, відповідає за процеси зберігання, зміни, передачі та реалізації спадкової інформації
Рибосоми	Немембранні органели, сферичні структури діаметром 20 нм. Це найдрібніші клітинні органели	На рибосомах здійснюється синтез білка в клітині
Гранулярна ендоплазматична сітка	Система мембран, що утворюють каналці та порожнини. На мембранах розташовані рибосоми	Система синтезу й транспорту білків
Аранулярна ендоплазматична сітка	Система мембран, що утворюють каналці та порожнини. Рибосом на цих мембранах немає	Система синтезу й транспорту вуглеводів і ліпідів

Назва органели	Особливості будови	Біологічні функції
Апарат Гольджі	Складається з оточених мембранами порожнин, укладених у стопку	Місце накопичення, сортування, упакування й подальшого транспорту речовин по клітині
Лізосоми (характерні для клітин тварин)	Одномембранні органели, дрібні пухирці, що містять ферменти	Здатні розщеплювати білки, жири, вуглеводи й нуклеїнові кислоти
Вакуолі (характерні для клітин рослин)	Порожнини, оточені мембраною	Резервуари води й розчинених у ній сполук, підтримують тургорний тиск
Мітохондрії	Двомембранні органели	Забезпечують процеси дихання в клітині
Пластиди: хромопласти, лейкопласти, хлоропласти	Двомембранні органели: Лейкопласти — безбарвні, хлоропласти — зелені, хромопласти — кольорові (не зелені)	У хлоропластах здійснюється процес фотосинтезу, хромопласти забезпечують різне забарвлення частин рослин, а лейкопласти відіграють запасну роль
Цитоскелет	Містить немембранні органели: мікрофіламенти, війки та джгутики, клітинний центр, що продукує мікротрубочки й центріолі	Забезпечує рух клітини, зміну форми клітини, зміну взаєморозміщення органел усередині клітини

Включення цитоплазми — це необов'язкові компоненти клітини, що з'являються і зникають залежно від інтенсивності й характеру обміну речовин у клітині та від умов існування організму.

Включення мають вигляд зерен, брилок, крапель, вакуоль, гранул різної величини та форми. Їхня хімічна природа дуже різноманітна. Залежно від функціонального призначення включення об'єднують у такі групи: трофічні, секретні, інкретні, пігменти, екскрети тощо.

Серед трофічних включень (запасних поживних речовин) важливу роль відіграють жири й вуглеводи. Білки як трофічні включення використовуються дуже рідко (у яйцеклітинах у вигляді жовткових зерен).

Пігментні включення надають клітинам і тканинам певного забарвлення. Секрети й інкрети накопичуються в залозистих клітинах, оскільки є специфічними продуктами їхньої функціональної активності. Екскрети — це кінцеві продукти життєдіяльності клітини, що підлягають видаленню з неї.

2. Явище плазмолізу й деплазмолізу в рослинній клітині.

Плазмоліз (від грец. *plasma* — виліплене, створене й *lysis* — розкладання, розпад) — це відокремлення протопласта від оболонки при зануренні клітини в гіпертонічний розчин. Плазмоліз характерний головним чином для рослинних клітин, що мають міцну целюлозну оболонку. Тваринні клітини при перенесенні в гіпертонічний розчин стискаються.

Залежно від в'язкості протоплазми, від різниці між осмотичним тиском клітини й зовнішнього розчину, а отже, від швидкості й ступеня втрати води протоплазмою, розрізняють плазмоліз опуклий, увігнутий, судомний і ковпачковий.

Іноді плазмолізовані клітини залишаються живими; при зануренні таких клітин у воду або гіпотонічний розчин відбувається деплазмоліз.

Деплазмоліз (від де... і плазмоліз) — це повернення протопласта клітин рослин зі стану плазмолізу у вихідний стан, що характеризується нормальним тургором, при перенесенні клітин у воду або гіпотонічні розчини.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Проблеми можуть бути пов'язані з незнанням включень цитоплазми й нерозумінням того, що плазмоліз характерний головним чином для рослинних клітин, які мають міцну целюлозну оболонку.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити короткий перелік компонентів цитоплазми, характеристику плазмолізу й деплазмолізу в рослинній клітині.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення і систематизації знань слід провести лабораторну роботу № 10 «Рух цитоплазми. Явище плазмолізу й деплазмолізу в рослинній клітині» (ЗЛПР, с. 15).

► Запитання для повторення та обговорення

- Що називають цитозоллю?
- Що входить до складу цитозолі?
- Що визначає форму клітини, забезпечує рух цитоплазми й утворює спільну сітку, яка зорганізовує ферментативні реакції?
- Для яких клітин характерний плазмоліз?

- Що відбувається з клітинами тварин при перенесенні їх у гіпертонічний розчин?
- У якому випадку спостерігається деплазмоліз?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Відокремлення протопласта від оболонки при зануренні клітини в гіпертонічний розчин називається:

- А) деплазмоліз;
- Б) *плазмоліз*;
- В) кон'югація;
- Г) сегментація.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 70

Тема уроку: Мембранні органели. Система одномембранних органел.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про одномембранні органели.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати одномембранні органели.

Базові поняття й терміни: ендоплазматична сітка, апарат Гольджі, лізосоми.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. *Ендоплазматична сітка.*
2. *Апарат Гольджі.*
3. *Лізосоми й пероксисоми.*
4. *Вакуолі.*

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.

Самостійна робота учнів 5 хв.

Домашнє завдання 1–2 хв.

Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

У чому особливості одномембранних органел?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. *Ендоплазматична сітка.*

Уся внутрішня зона цитоплазми заповнена численними дрібними каналами й порожнинами, стінки яких являють собою мембрани, подібні за своєю структурою до плазматичної мембрани. Ці канали розгалужуються, з'єднуються один з одним і утворюють сітку, що отримала назву ендоплазматичної.

Ендоплазматична сітка неоднорідна за своєю будовою. Відомо два її типи — гранулярна й агранулярна. На мембранах каналів і порожнин гранулярної сітки перебуває безліч рибосом, які й надають мембранам шорсткого вигляду.

Мембрани агранулярної ендоплазматичної сітки не мають рибосом на своїй поверхні.

Основна функція гранулярної ендоплазматичної сітки — участь у синтезі й транспорті білка. Агранулярна ендоплазматична сітка є місцем синтезу й транспорту ліпідів та вуглеводів.

За вивчення структури та функцій ЕПС румуно-американський біолог Джордж Паладе в 1974 році був удостоєний Нобелівської премії.

Ендоплазматична сітка тісно пов'язана з іншими органелами клітини.

2. *Апарат Гольджі.*

Апарат Гольджі — це універсальний мембранний органел еукаріотичних клітин, який відкрив у 1898 році італійський дослідник Камілло Гольджі. Детальну будову апарату Гольджі описав Нобелівський лауреат Джордж Паладе на початку 50-х років XX століття.

До складу цього органела входять мембранні цистерни, мембранні пухирці й мембранні трубочки. При всій різноманітності будови основу апарату Гольджі становить стопка мембранних цистерн, ізольованих одна

від одної. Між цистернами розташовані білкові фібрили, що об'єднують цистерни в диктіосому.

Навколо диктіосоми перебувають рибосоми та велика кількість різних мембранних пухирців.

У багатьох клітинах тварин, наприклад у нервових, апарат Гольджі має форму складної сітки, розташованої навколо ядра. У клітинах рослин і найпростіших він представлений окремими тільцями серпоподібної або паличкоподібної форми. Але будова цього органоїда подібна в клітинах рослинних і тваринних організмів, незважаючи на різноманітність його форми.

По каналах ендоплазматичної сітки до апарату Гольджі транспортуються продукти синтетичної діяльності клітини — білки, вуглеводи й жири. Усі ці речовини спочатку накопичуються в апараті Гольджі, а потім у вигляді великих і дрібних пухирців надходять у цитоплазму й або використовуються самою клітиною, або виводяться з неї й використовуються в організмі.

Наприклад, у клітинах підшлункової залози ссавців синтезуються травні ферменти, які накопичуються в порожнинах органоїда. Потім утворюються пухирці, наповнені ферментами. Вони виводяться із клітин у протоку підшлункової залози, звідки перетікають у порожнину кишечника.

Ще одна важлива функція цього органоїда полягає в тому, що на його мембранах здійснюється синтез жирів та вуглеводів (полісахаридів), які використовуються в клітині та які входять до складу мембран.

Завдяки діяльності апарату Гольджі здійснюється відновлення й ріст плазматичної мембрани.

В апараті Гольджі утворюються лізосоми.

3. Лізосоми й пероксисоми.

Лізосоми — це невеликі округлі тільця. Від цитоплазми кожна лізосома відокремлена мембраною. Усередині лізосоми містяться ферменти, які розщеплюють білки, жири, вуглеводи та нуклеїнові кислоти.

Лізосоми наближаються до харчової частинки, що надійшла в цитоплазму, зливаються з нею, утворюючи травну вакуолю. Маючи здатність до активного перетравлювання харчових речовин, лізосоми беруть участь у видаленні відмерлих у процесі життєдіяльності частин клітин, цілих клітин та органів.

Утворення нових лізосом відбувається в клітині постійно. Ферменти, що містяться в лізосомах, як і інші білки, синтезуються на рибосомах цитоплазми. Потім ці ферменти надходять по каналах ендоплазматичної сітки до апарату Гольджі, у порожнинах якого формуються лізосоми.

Лізосоми (від грец. *lysis* — розкладання, розпад і *soma* — тіло) відкрив у 1955 році бельгійський біохімік Християн Рене де Дюв, який за дослідження структури та функцій лізосом у 1974 році отримав Нобелівську премію.

Християн Рене де Дюв відкрив також пероксисоми. Пероксисома (від грец. *peri* — через, навколо, кругом, *oxys* — кислий і *soma* — тіло) —

це універсальний органоїд еукаріотичних клітин, мембранні пухирці діаметром 0,15–0,25 мкм. Функція пероксисом полягає в розщепленні довголанцюгових жирних кислот, які надходять у клітини з їжею.

На відміну від лізосом, нові пероксисоми утворюються тільки шляхом дроблення вже існуючих, тому клітина, що втратила всі пероксисоми, не здатна відновити їх.

У пероксисомах клітин печінки окисненню до ацетальдегіду й оцтової кислоти підлягає близько 50 % етилового спирту, що надходить в організм через травну систему. Тривале вживання великих доз алкогольних напоїв призводить до різкого підвищення рівня оцтової кислоти в клітинах печінки й синтезу з неї жирних кислот. У результаті цього у печінці синтезується й відкладається велика кількість ліпідів, що призводить до жирового переродження цього органа — цирозу (від грец. *kirros* — рудий, лимонно-жовтий).

4. Вакуолі.

Вакуоля являє собою наповнений рідиною мембранний мішок, стінка якого складається з одинарної мембрани. У тваринних клітинах містяться відносно невеликі вакуолі: фагоцитозні, травні, автофагічні й скоротливі. Фагоцитозні вакуолі беруть участь у фагоцитозі, травні — у перетравлюванні їжі, автофагічні — у руйнуванні непотрібних клітинних структур, скоротливі — у виведенні надлишку води з клітини.

Рослинна клітина містить одну велику центральну вакуолю, оточену мембраною, що називається тонопласт. Рідину, яка заповнює центральну вакуолю, називають клітинним соком. Це концентрований розчин, що містить мінеральні солі, цукри, органічні кислоти, кисень, вуглекислий газ, пігменти й деякі відходи життєдіяльності або «вторинні» продукти метаболізму.

Вода зазвичай надходить у концентрований клітинний сік шляхом осмосу, крізь вибірково проникний тонопласт. Як наслідок, у клітині розвивається тургорний тиск і цитоплазма притискається до клітинної стінки. Осмотичне поглинання води відіграє важливу роль при розтягуванні клітин під час росту, а також у загальному водному режимі рослини.

Іноді у вакуолях містяться розчинні пігменти. Саме вони визначають забарвлення квіток, плодів, бруньок. У листі вони зумовлюють різні відтінки осіннього забарвлення, що залежить також від фотосинтетичних пігментів, які містяться в хлоропластах.

У рослин у вакуолях іноді містяться гідролітичні ферменти, і тоді вакуолі функціонують як лізосоми.

Після загибелі клітини тонопласт, як і всі інші мембрани, втрачає свою вибірково проникність, і ферменти вивільняються з вакуолі, викликаючи автоліз — саморозчинення клітини.

У вакуолях рослини можуть накопичуватися кінцеві й деякі вторинні продукти метаболізму. Вторинні продукти, зокрема алкалоїди й таніни, виконують захисну функцію, убезпечуючи такі рослини від поїдання їх травоядними тваринами.

Деякі розчинні компоненти клітинного соку, наприклад сахароза й мінеральні солі, відіграють роль запасних поживних речовин, які в разі потреби використовуються цитоплазмою.

Істотну роль в утворенні вакуоль відіграє діяльність апарату Гольджі.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Учні часто забувають про те, що лізосоми утворюються в апараті Гольджі, оскільки не розуміють тісного взаємозв'язку одномембранних органел. Тому взаємозв'язок одномембранних органел слід обов'язково обговорити на уроці.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

У клітині є одномембранні органели. Ендоплазматична сітка бере участь у синтезі й транспорті білків, жирів та вуглеводів. Апарат Гольджі є місцем накопичення органічних речовин та органел, що беруть участь у їхньому транспорті. Завдяки діяльності апарату Гольджі здійснюються відновлення і ріст плазматичної мембрани й утворюються лізосоми.

Лізосоми — це одномембранні органели, що містять гідролітичні ферменти й беруть участь у перетравлюванні поживних речовин.

Вакуолі рослин виконують функцію підтримання тургорного тиску, накопичення кінцевих і деяких вторинних продуктів метаболізму та інші функції.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Чим схожі й чим відрізняються агранулярна й гранулярна ендоплазматичні сітки?
- Які функції апарату Гольджі ви знаєте?
- Завдяки якій органелі відбувається відновлення й ріст плазматичної мембрани?
- Де утворюються і яку функцію виконують лізосоми?
- У якій органелі розщеплюються довголанцюгові жирні кислоти, що надходять у клітину з їжею?
- Яким може бути склад клітинного соку?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Функцією пероксисом є:

- А) синтез білка;
- Б) розщеплення білка;
- В) розщеплення довголанцюгових жирних кислот;
- Г) розщеплення вуглеводів.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 71

Тема уроку: Двомембранні органели. Будова й функції мітохондрій.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про мітохондрії.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати будову й функції мітохондрій.

Базові поняття й терміни: мітохондрії, кристи, синтез АТФ.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Будова й функції мітохондрій.	
2. Процес дихання.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

► Обговорення запитання

Що відбувається з киснем після того, як він потрапляє в клітину?

Вивчення нового матеріалу**► Розповідь учителя з елементами бесіди****1. Будова й функції мітохондрій.**

У цитоплазмі більшості клітин тварин і рослин містяться дрібні тільця (0,2–7 мкм) — мітохондрії (від грец. *mitos* — нитка і *chondros* — зернятко, гранула). Мітохондрії добре видно у світловий мікроскоп, за допомогою якого можна розглянути їхню форму, розташування, порахувати кількість.

Внутрішня будова мітохондрій вивчена за допомогою електронного мікроскопа. Оболонка мітохондрії складається з двох мембран — зовнішньої та внутрішньої. Зовнішня мембрана гладенька, вона не утворює жодних складок і виростів. Внутрішня мембрана утворює численні складки, які спрямовані в порожнину мітохондрії. Складки внутрішньої мембрани називають кристами (від латин. *crista* — гребінь, виріст).

Число крист неоднакове в мітохондріях різних клітин. Їх може бути від кількох десятків до кількох сотень, причому особливо багато крист у мітохондріях активно функціонуючих клітин, наприклад м'язових. Це пов'язано з тим, що їм потрібно більше енергії.

Мітохондрії називають «силовими станціями клітин», тому що їхня основна функція — синтез аденозинтрифосфатної кислоти (АТФ). Ця кислота синтезується в мітохондріях клітин усіх організмів і являє собою універсальне джерело енергії, необхідне для здійснення процесів життєдіяльності клітини й цілого організму.

Нові мітохондрії утворюються шляхом поділу вже існуючих у клітині мітохондрій.

Мітохондрії описав у 1894 році німецький анатом Р. Альтман. У 1897 році німецький гістолог К. Бенда назвав їх мітохондріями, а детальний опис цього органоїда було здійснено тільки в середині XX століття.

Особливості будови цього органоїда визначаються його походженням — мітохондрії є результатом симбіозу двох типів прокаріотичних клітин. Мітохондрія — це колишня прокаріотична клітина, що здатна використовувати кисень у своєму енергетичному обміні. Захоплена шляхом ендоцитозу іншою клітиною, що не має такої здатності, й спрощена в ході симбіозу, мітохондрія втратила свою самостійність, але зберегла певні клітинні компоненти й здатність до поділу.

Число мітохондрій залежить від виду клітин — від однієї в деяких одноклітинних джгутиконосців до півмільйона в деяких амеб. У людини сперматозоїди містять 4–5 мітохондрій, соматичні клітини — сотні й тисячі, а яйцеклітини — сотні тисяч. У деяких одноклітинних організмів, що ведуть паразитичний спосіб життя, наприклад у дизентерійної амеби, мітохондрій може не бути взагалі.

Усі мітохондрії мають однаковий план будови — зовнішню мембрану, міжмембранний простір, внутрішню мембрану й мітохондріальний матрикс.

У мітохондріальному матриксі, що оточений внутрішньою мембраною, розташовані ферменти енергетичного обміну. У матриксі мітохондрій перебувають також кільцева молекула ДНК і мітохондріальні рибосоми.

Основна функція мітохондрій — участь в енергетичному обміні клітини, здійснення внутрішньоклітинного дихання.

2. Процес дихання.

Клітинне дихання — це окиснення субстрату, що призводить до вироблення хімічної енергії. Воно здійснюється в мітохондріях з утворенням АТФ. Якщо для нього потрібен кисень, то дихання називають аеробним, якщо ж реакції протікають за відсутності кисню, то говорять про анаеробне дихання.

Утворення АТФ відбувається на внутрішній мембрані мітохондрій. АТФ синтезується у всіх клітинах при диханні за рахунок енергії окиснення вуглеводів, жирів та інших органічних речовин. У клітинах зелених рослин основна кількість АТФ синтезується в хлоропластах за рахунок сонячної енергії. У них при фотосинтезі утворюється набагато більше АТФ, аніж у мітохондріях, але ця АТФ миттю витрачається на синтез вуглеводів.

Молекула АТФ може перетворюватися в АДФ, при цьому виділяється 40 кДж енергії. Саме тому АТФ є універсальним джерелом енергії в клітині. Завдяки АТФ можна створювати єдиний клітинний фонд енергії, що уможливило її перерозподіл і транспортування з одних ділянок клітини в інші.

Основним джерелом енергії в клітині є глюкоза. Окиснення глюкози проходить у три фази: гліколіз, окисне декарбоксилювання (цикл Кребса, інша назва — цикл лимонної кислоти) та окисне фосфорилування (дихальний ланцюг).

Гліколіз, у результаті якого одна молекула глюкози розщеплюється на дві молекули піровиноградної кислоти з виділенням двох молекул АТФ, здійснюється в цитоплазмі. За відсутності кисню піровиноградна кислота перетворюється або в етанол (бродіння), або в молочну кислоту (анаеробне дихання).

Якщо гліколіз здійснюється в клітинах тварин, молекула глюкози розпадається на дві молекули молочної кислоти. Цей процес багатоступінчастий і ферментативний.

Гліколіз — фаза, спільна для анаеробного й аеробного дихання, дві інші здійснюються лише в аеробних умовах.

За наявності кисню піровиноградна кислота переходить у мітохондрії, де в результаті низки послідовних реакцій повністю окиснюється аеробним шляхом до вуглекислого газу й води з одночасним фосфорилуванням АДФ в АТФ. При цьому дві молекули АТФ дає гліколіз, дві — цикл Кребса, 34 — дихальний ланцюг. Чистий вихід при повному окисненні однієї молекули глюкози становить 38 молекул АТФ.

Отже, в аеробних організмів остаточний розпад органічних речовин здійснюється в мітохондріях шляхом окиснення цих органічних речовин

киснем повітря до води й вуглекислого газу. При цьому виділяється максимальна кількість вільної енергії, значна частина якої резервується в молекулах АТФ.

При диханні в аеробних організмів поглинається O_2 і виділяється CO_2 . Сумарна реакція процесу аеробного дихання має вигляд:



► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Учні не завжди усвідомлюють, що мітохондрія є органелою, яка забезпечує внутрішньоклітинне дихання. Слід докладно обговорити функції мітохондрій.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити коротку інформацію про структуру й функції мітохондрій.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Як будова мітохондрії пов'язана з її функціями?
- У чому виявляється автономія мітохондрій?
- Які функції мітохондрій у клітині ви знаєте?
- Як утворюються мітохондрії?
- Від чого залежить кількість мітохондрій у клітині?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Мітохондрії є:

- А) одномоембранними органелами;
- Б) двомембранними органелами;
- В) немембранними органелами;
- Г) включеннями.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 72

Тема уроку: Основні групи пластид, їхній склад і функції.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про пластиди.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати різні типи пластид.

Базові поняття й терміни: пластиди, хромопласти, хлоропласти, лейкопласти, пропластиди.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
<i>Основні групи пластид.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► *Обговорення запитання*

Чому на світлі бульба картоплі зеленіє?

Вивчення нового матеріалу

► *Розповідь учителя з елементами бесіди*

Основні групи пластид.

Пластиди — це органели, характерні для рослинних клітин. У клітинах тварин пластид немає.

Розрізняють три основні типи пластид: зелені — хлоропласти; червоні, жовтогарячі й жовті — хромопласти; безбарвні — лейкопласти.

Хлоропласти містяться в клітинах листя та інших зелених органах рослин, а також у різноманітних водоростях. У вищих рослин в одній клітині зазвичай буває кілька десятків хлоропластів. Зелений колір хлоропластів залежить від умісту в них пігменту хлорофілу.

Хлоропласт — це основний органоїд клітин рослин, у якому здійснюється процес фотосинтезу.

За будовою хлоропласти подібні до мітохондрій. Від цитоплазми хлоропласт відокремлений двома мембранами — зовнішньою та внутрішньою. Зовнішня мембрана гладенька, без складок і виростів, а внутрішня утворює багато складчастих виростів, спрямованих усередину хлоропласта. Тому всередині хлоропласта зосереджена велика кількість мембран, що утворюють особливі структури — грани. Вони складені на зразок купки монет.

У мембранах гранів розташовані молекули хлорофілу, тому саме тут здійснюється фотосинтез. Між внутрішніми мембранами хлоропласта розміщуються кільцева ДНК, РНК і рибосоми.

Хромопласти перебувають у цитоплазмі клітин різних частин рослин: у квітах, плодах, стеблах, листі. Вони надають забарвлення віночкам квіток, плодам, осінньому листю.

Лейкопласти — це безбарвні пластиди, вони перебувають у цитоплазмі клітин незабарвлених частин рослин, наприклад у стеблах, коренях, бульбах. Форма лейкопластів різноманітна. У цих пластидах відкладається запас поживних речовин.

Хлоропласти, хромопласти й лейкопласти здатні до взаємного перетворення. Так при дозріванні плодів або зміні кольору листя восени хлоропласти перетворюються в хромопласти, а лейкопласти можуть перетворюватися в хлоропласти, наприклад, при позеленінні бульб картоплі.

Еволюційними пращурами пластид, імовірно, є бактерії, які набули здатності використовувати світлову енергію й були «захоплені» іншими видами бактерій.

Пластиди можуть розмножуватися, мають зовнішню й внутрішню мембрани, міжмембранний простір і строму, що відповідає матриксу мітохондрій.

У стромі є рибосоми бактеріального типу й кільцева молекула ДНК.

Усі види пластид утворюються із дрібних безбарвних пропластид — округлих мембранних тілець діаметром близько 1 мкм, які мають слабо розвинену систему тилакоїдів.

Хлоропласти описав німецький ботанік Андреас Шимпер у 1883 році. У водоростей їх називають хроматофорами. За багаторічні дослідження будови хлорофілу та інших рослинних пігментів німецький хімік Ріхард Мартін Вільштеттер у 1915 році отримав Нобелівську премію.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Учні добре розуміють функцію хромопластів, але плутають функції хлоропластів і лейкопластів. Вони важко звикають до терміна «пластиди», оскільки раніше його не використовували, а називали кожену групу пластид.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити короткий перелік особливостей пластид.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Чим схожі й чим відрізняються пластиди рослинної клітини?
- Які функції виконують хлоропласти?
- Які функції виконують хромопласти й лейкопласти?
- У чому проявляється автономія хлоропластів?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Забарвлення віночкам квіток, плодам, осінньому листю надають:

- А) хлоропласти;
- Б) *хромопласти*;
- В) лейкопласти;
- Г) пропластиди.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 73

Тема уроку: Автономність двомембранних органел.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про автономність двомембранних органел.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати автономність двомембранних органел.

Базові поняття й терміни: автономність, двомембранні органели.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
<i>Автономність двомембранних органел.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Для чого мітохондріям і хлоропластам потрібна власна ДНК?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

Автономність двомембранних органел.

І мітохондрії, і хлоропласти мають власну генетичну систему, що забезпечує синтез ряду білків усередині самих органел.

У матриксі хлоропластів є ДНК, різні РНК і рибосоми. З'ясувалося, що ДНК хлоропластів істотно відрізняється від ДНК ядра. Вона представлена циклічними молекулами завдовжки близько 40–60 мкм.

В одному хлоропласті може бути безліч копій ДНК. Так, в індивідуальному хлоропласті кукурудзи є 20–40 копій молекул ДНК.

Тривалість циклу й швидкість реплікації ядерної і хлоропластної ДНК, як було показано на клітинах зелених водоростей, не збігаються. ДНК хлоропластів не перебуває в комплексі з гістонами. Усі ці характеристики ДНК хлоропластів подібні до характеристик ДНК прокаріотичних клітин.

Більше того, подібність ДНК хлоропластів і бактерій підкріплюється ще й тим, що основні регуляторні послідовності транскрипції (промотори, термінатори) у них однакові. На ДНК хлоропластів синтезуються всі види РНК. ДНК хлоропластів кодує рРНК, що входить до складу рибосом цих пластид, які належать до прокаріотичного 70S типу. Рибосоми хлоропластів чутливі до антибіотика хлорамфеніколу, що пригнічує синтез білка у прокаріотичних клітинах.

Ідея про те, що хлоропласти виникли внаслідок об'єднання клітин-гетеротрофів із прокаріотичними ціанобактеріями набуває підтвердження. На користь цієї теорії свідчить надзвичайна подібність у будові хлоропластів і ціанобактерій, подібність з основними їхніми функціональними особливостями, у першу чергу — зі здатністю до фотосинтетичних процесів.

Дослідження показали, що ті риси автономії, які притаманні хлоропластам, іще недостатні для тривалого підтримання їхніх функцій,

а тим паче для їхнього відтворення. Тим часом основну масу білків хлоропластів контролює ядерний геном, ряд найважливіших білків, ферментів, а відповідно й метаболічні процеси хлоропластів перебувають під генетичним контролем ядра.

Надзвичайна подібність структури й енергетичних процесів у бактерій і мітохондрій, з одного боку, і в ціанобактерій і хлоропластів — з іншого, є вагомим аргументом на користь теорії симбіотичного походження цих органел.

Під час вивчення послідовності основ у мітохондріальній ДНК були отримані досить переконливі докази на користь того, що раніше мітохондрії були аеробними бактеріями (прокаріотами), які оселилися колись у пращурівській еукаріотичній клітині та «навчилися» жити в ній як симбіонти. Тепер мітохондрії є майже у всіх еукаріотичних клітинах, розмножуватися поза клітиною вони вже не здатні.

У власній ДНК мітохондрій і хлоропластів закодована тільки частина їхніх білків, а інші закодовані в ДНК ядра клітини. Цим пояснюється той факт, що ані хлоропласти, ані мітохондрії не можуть більше існувати (розмножуватися) незалежно.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Цитоплазматична спадковість завжди викликає проблеми з її розумінням. Тому слід пояснити як причини автономії мітохондрій і хлоропластів, так і їхню залежність від ядра клітини.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- У чому виражається автономія органел?
- Чи можуть автономні органели існувати поза клітиною?
- Чи залежать метаболічні процеси хлоропластів від ядра клітини?
- Чи залежать метаболічні процеси мітохондрій від ядра клітини?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Рибосоми пластид:

- А) належать до еукаріотичного типу;
- Б) належать до прокаріотичного типу;
- В) не чутливі до антибіотика хлорамфеніколу, що пригнічує синтез білка в прокаріотичних клітинах;
- Г) не синтезують білків.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 74

Тема уроку: Немембранні органели: характеристика складу й структури. Рибосоми. Цитоскелет. Клітинний центр.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про рибосоми, цитоскелет і клітинний центр.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати рибосоми, цитоскелет, клітинний центр.

Базові поняття й терміни: рибосоми, цитоскелет, клітинний центр.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Цитоскелет.	
2. Клітинний центр.	
3. Рибосоми.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Які структури клітини мають немембранну будову й чому?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Цитоскелет.

Цитоскелет утворений трьома компонентами: мікротрубочками, мікрофіламентами та проміжними філаментами.

Мікротрубочки пронизують усю цитоплазму клітини. Кожна з них являє собою порожнистий циліндр діаметром 20–30 нм. Стінка мікротрубочки має товщину 6–8 нм. Вона утворена 13 нитками, скрученими по спіралі одна над одною. Кожна нитка, у свою чергу, складається з димерів білка тубуліну. Синтез тубулінів здійснюється на мембранах гранулярної ендоплазматичної сітки, а складання в спіралі — у клітинному центрі.

Мікротрубочки міцні й утворюють опорні структури цитоскелета. Частина мікротрубочок розміщена відповідно до сил стискання та натягу, яких зазнає клітина. Особливо добре це помітно в клітинах епітеліальних тканин, які відокремлюють різні середовища організму.

Мікротрубочки беруть участь у транспорті речовин усередині клітини. Структура стінки мікротрубочок може змінюватися при різних впливах на них. У подібних випадках може порушуватися внутрішньоклітинний транспорт. До блокаторів мікротрубочок і, відповідно, внутрішньоклітинного транспорту належить, зокрема, алкалоїд колхіцин.

Проміжні філаменти завтовшки 8–10 нм представлені в клітині довгими білковими молекулами. Вони тонші від мікротрубочок, але товщі за мікрофіламенти, через що й отримали свою назву.

Мікрофіламенти — це білкові нитки завтовшки близько 4 нм. Більшість із них утворені молекулами актинів, яких виявлено близько 10 видів. Окрім того, актинові філаменти можуть групуватися в пучки, що утворюють власне опорні структури цитоскелета.

2. Клітинний центр.

Клітинний центр утворений двома центріолями (диплосома) і центросферою. Свою назву органела отримала з огляду на те, що вона зазвичай перебуває в глибоких відділах цитоплазми, нерідко поблизу ядра або біля поверхні комплексу Гольджі, яка формується.

Обидві центріолі диплосоми розташовані під кутом одна до одної. Основна функція клітинного центру — складання мікротрубочок.

Кожна центріоль являє собою циліндр, стінка якого, у свою чергу, складається з дев'яти комплексів мікротрубочок завдовжки близько 0,5 мкм і діаметром близько 0,25 мкм. Кожний комплекс складається із трьох мікротрубочок і тому називається триплетом.

Центріолі розташовані взаємно перпендикулярно. Одна з них упирається кінцем у бічну поверхню іншої. Першу називають дочірньою, другу — материнською. Дочірня центріоль виникає внаслідок подвоєння материнської.

Центріолі є саморегульованими структурами, які подвоюються в клітинному циклі. При подвоєнні обидві центріолі спочатку розходяться, і перпендикулярно до базального кінця материнської центріолі виникає дрібна процентріоль, утворена дев'ятьма одиночними мікротрубочками. Потім до кожної з них шляхом самоскладання з тубуліну приєднуються ще дві. Центріолі беруть участь в утворенні базальних тілець війок та джгутиків і в утворенні мітотичного веретена.

3. Рибосоми.

Рибосоми являють собою тільця розмірами 20×30 нм.

Рибосома складається із двох субодиниць — великої та малої. Кожна субодиниця являє собою комплекс рибосомної РНК (рРНК) з білками. Велика субодиниця містить три різні молекули рРНК, зв'язані із 40 молекулами білків, а мала містить одну молекулу рРНК і 33 молекули білків. Синтез рРНК здійснюється на петлях хромосом — ядерцевих організаторах (у ділянці ядра).

Основна функція рибосом — складання білкових молекул з амінокислот, які доставляються до них тРНК. Між субодиницями рибосоми є щілина, у якій проходить молекула інформаційної РНК, а на великій субодиниці — борозенка, у якій розміщений і по якій сповзає білковий ланцюг, що формується.

Рибосоми можуть перебувати в гіалоплазмі поодинокі або групами у вигляді розеток, спіралей, завитків. Такі групи називають полірибосомами (полісомами). Отже, молекула мРНК може тягнутися по поверхні не тільки однієї, але й кількох розміщених поруч рибосом.

Значна частина рибосом прикріплена до мембран — до поверхні ендоплазматичної сітки. Вільні рибосоми синтезують білок, необхідний для життєдіяльності самої клітини, прикріплені — білок, що підлягає виведенню із клітини.

Кількість рибосом у клітині може сягати десятків мільйонів.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Немембранні органели школярі, як правило, знають гірше, ніж мембранні, тому що розуміння будови цих органел пов'язане з глибоким

розумінням структури білків. Тим часом шкільний курс такого розуміння структури білків не передбачає. Тому слід сформулювати тільки найзагальніше уявлення про немембранні структури.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити коротку інформацію про структуру й функції вивчених органел.

Цитоскелет — це клітинний каркас, або кістяк, що перебуває в цитоплазмі живої клітини. Функціями цитоскелета є підтримання форми клітини та її адаптація до зовнішніх впливів, участь в екзоцитозі та ендоцитозі, забезпечення руху клітини як цілого, активний внутрішньоклітинний транспорт і клітинний поділ.

Клітинний центр є універсальним немембранним органом усіх еукаріотичних клітин, він відіграє важливу роль в організації цитоскелета.

Рибосоми — це немембранні органели, які беруть участь у синтезі білка.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Як структура цитоскелета пов'язана з його функціями?
- Які немембранні структури беруть участь у внутрішньоклітинному транспорті й поділі клітини?
- Які немембранні структури беруть участь в організації цитоскелета?
- Який хімічний склад рибосоми?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

До немембранних органел клітини належать:

- А) плазмалема;
- Б) мікротрубочки;
- В) апарат Гольджі;
- Г) лізосоми.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Спеціальні органели: міофібрили, тонофібрили, війки й джгутики (загальна характеристика). Включення, їхній хімічний склад і значення для клітини.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про органели руху та включення клітини.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати органели руху та включення клітини.

Базові поняття й терміни: міофібрили, тонофібрили, війки, джгутики, включення.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Міофібрили.	
2. Тонофібрили.	
3. Війки та джгутики.	
4. Включення.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Які органели клітини могли б брати участь у м'язовому скороченні?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Міофібрили.

Міофібрили — це органели клітин поперечносмугастих м'язів, що забезпечують їхнє скорочення. Вони служать для скорочень м'язових волокон.

Міофібрила — це нитчаста структура, що складається із саркомірів. Кожний саркомір має довжину близько 2 мкм і містить два типи білкових філаментів: тонкі мікрофіламенти з актину й товсті філаменти з міозину. Межі між філаментами (Z-диски) складаються з особливих білків, до яких прикріплюються кінці актинових філаментів. Міозинові філаменти також прикріплюються до меж саркоміра за допомогою ниток з білка тітінну. З актиновими філаментами зв'язані допоміжні білки — небулін і білки тропонін-тропоміозинового комплексу.

У людини товщина міофібрил становить 1–2 мкм, а їхня довжина може досягати довжини всієї клітини (кілька сантиметрів). Одна клітина містить зазвичай кілька десятків міофібрил, на їхню частку припадає близько 2/3 сухої маси м'язових клітин.

2. Тонофібрили.

Тонофібрили (від грец. *tonos* — натяг і новолат. *fibrilla* — волоконце, ниточка) — нитчасті утворення в епітеліальних клітинах тварин. Тонофібрили забезпечують механічну міцність клітин.

3. Війки та джгутики.

Війки й джгутики — це спеціальні органели руху, що зустрічаються в деяких клітинах. У світловому мікроскопі й ці структури виглядають як тонкі вирости клітини. Біля основи війок і джгутика в цитоплазмі видно дрібні гранули, що добре зафарбовуються, — базальні тільця. Довжина війок — 5–10 мкм, а довжина джгутиків може досягати 150 мкм.

Війка являє собою тонкий циліндричний виріст цитоплазми з постійним діаметром 200 нм. Цей виріст від основи до самої його верхівки вкритий плазматичною мембраною. Усередині виросту розташована осьова нитка — складна структура, що утворена в основному з мікротрубочок. Частина війки занурена в цитоплазму.

Джгутики еукаріотичних клітин мають довжину близько 100 мкм і більше.

Вільні клітини, що мають війки й джгутики, володіють здатністю рухатися, а нерухливі клітини рухом війок можуть переміщати рідину й корпускулярні частинки.

4. Включення.

Включення цитоплазми — це необов'язкові компоненти клітини, що з'являються й зникають залежно від інтенсивності й характеру обміну речовин у клітині й від умов існування організму.

Включення можуть мати вигляд зерен, брилок, крапель, вакуоль, гранул різної величини й форми. Їхня хімічна природа дуже різноманітна.

Серед трофічних включень важливу роль відіграють жири й вуглеводи. Пігментні включення надають клітинам і тканинам певного забарвлення. Секрети накопичуються в залозистих клітинах, оскільки є специфічними продуктами їхньої функціональної активності.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про міофібрили, тонофібрили, війки, джгутики та включення.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Які біологічні функції виконують міофібрили?
- Які біологічні функції виконують тонофібрили?
- Що ви знаєте про органели руху?
- Чим війки відрізняються від джгутиків?
- Яке біологічне значення включень?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Органели клітин поперечносмугастих м'язів, що забезпечують їхнє скорочення, називаються:

- А) мікротрубочки;
- Б) міофібрили;
- В) тонофібрили;
- Г) включення.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 76

Тема уроку: Ядро: склад та будова. Біомолекулярний склад каріоплазми, хроматину. Генетична й метаболічна функції ядра.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про склад і будову ядра.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати будову й функції ядра.

Базові поняття ядро, каріоплазма, хромосоми.

й терміни:

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Будова ядра.	
2. Функції ядра.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чому клітина, позбавлена ядра, гине?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Будова ядра.

Термін «ядро» уперше запровадив Роберт Браун у 1833 році для позначення кулястих постійних структур у клітинах рослин. Пізніше таку саму структуру описали у всіх клітинах вищих організмів.

Ядерний апарат еукаріотичних клітин має ряд особливостей. У ньому ДНК-вмісний компонент відокремлений від цитоплазми спеціальною ядерною оболонкою, ДНК у ядрі еукаріотів у тисячі разів більше, ніж у складі нуклеоїдів бактерій, і вона утворює складний комплекс із білками, який називають хроматином. Хроматин є структурним компонентом хромосом. У ядрах не відбувається синтезу білків, у них синтезуються тільки молекули ДНК і РНК.

У клітині зазвичай одне ядро, але існують й багатоядерні клітини. У ядрі є ядерна оболонка, що відокремлює його від цитоплазми, хромосоми, ядерце, ядерний білковий кістяк — матрикс, каріоплазма (або ядерний сік).

Оболонка ядра складається з двох мембран — зовнішньої та внутрішньої. Зовнішня ядерна мембрана з поверхні, оберненої до цитоплазми, вкрита рибосомами, внутрішня мембрана гладенька.

Ядерна оболонка — це частина мембранної системи клітини. У більшості тваринних і рослинних клітин зовнішня мембрана ядерної оболонки не є ідеально рівною поверхнею — вона може утворювати різної величини випинання або вирости в бік цитоплазми. Вирости зовнішньої ядерної мембрани з'єднуються з каналами ендоплазматичної сітки, утворюючи єдину систему сполучених каналів.

Внутрішня мембрана контактує з хромосомним матеріалом ядра.

Ядерна оболонка має пори, які утворюються внаслідок злиття двох ядерних мембран у вигляді округлих наскрізних отворів, або перфорацій, з діаметром 80–90 нм.

Головний компонент ядер — хроматин (від грец. *chroma* — забарвлення, колір) — є структурою, що виконує генетичну функцію клітини, він формує хромосоми. Хроматин складається із ДНК, об'єднаної з білками.

Матрикс складається з білків і є ядерним білковим кістяком, своєрідним скелетом.

Ядерце є ділянкою хромосоми, на якій здійснюється синтез рибосомальних РНК й утворюються рибосоми. У ядрах різних клітин, а також у ядрі однієї й тієї самої клітини залежно від її функціонального стану число ядерця може коливатися від 1 до 5–7 й більше.

Між усіма компонентами ядра перебуває рідка фаза клітинного ядра — каріоплазма, у якій протікає багато біохімічних процесів. До складу каріоплазми входять різні білки, зокрема більшість ферментів ядра, білки хроматину й рибосомальні білки. У ядерному соку містяться також вільні нуклеотиди, необхідні для побудови молекул ДНК і РНК, амінокислоти, всі види РНК, а також продукти діяльності ядерця й хроматину, що транспортуються потім з ядра в цитоплазму.

2. Функції ядра.

Ядро бере участь у зберіганні, передачі й реалізації спадкової інформації, а також у регуляції процесів обміну речовин, що протікають у клітині.

Без'ядерна клітина не може довго існувати, і ядро так само не здатне до самостійного існування, тому цитоплазма й ядро утворюють взаємозалежну й взаємозв'язану систему.

Ядерна оболонка складається з двох мембран і виконує каркасну, бар'єрну, рецепторну й транспортну функції. Вона пронизана численними порами, через які відбувається обмін молекулами між ядром і цитоплазмою. Крім того, речовини з ядра в цитоплазму й назад можуть потрапляти внаслідок відшнуровування випинань і виростів ядерної оболонки.

Число ядерних пор залежить від метаболічної активності клітин: чим вищі синтетичні процеси в клітинах, тим більше пор на одиницю поверхні клітинного ядра. Ядерна оболонка відіграє важливу роль у ядерно-цитоплазматичному обміні.

Незважаючи на активний обмін речовинами між ядром і цитоплазмою, ядерна оболонка відокремлює ядерний вміст від цитоплазми, забезпечуючи тим самим відмінності в хімічному складі ядерного соку й цитоплазми.

Матрикс забезпечує просторове розміщення хромосом у ядрі, бере участь у їхній функціональній активності.

Головний компонент ядер — хроматин — є структурою, що виконує генетичну функцію клітини, у хроматиновій ДНК закладена майже вся генетична інформація.

У клітинах, які активно працюють і не діляться, хроматин може рівномірно заповнювати ядро або розташовуватися окремими згустками, які називають хромоцентрами. Під час поділу клітини хроматин максимально конденсований і має вигляд щільних тілець — хромосом. Такі хромосоми неактивні й не беруть участі в синтезі ДНК або РНК.

Отже, хроматин може перебувати у двох структурно-функціональних станах: у робочому, коли він бере участь у синтезі нуклеїнових кислот, і в неактивному, коли цей синтез не відбувається.

Хроматин містить спадкову інформацію про розвиток організму, забезпечує її зберігання й реалізацію, відіграє головну роль у життєдіяльності клітини.

Хімічний склад хроматину тісно пов'язаний з його функціями. Хроматин містить ДНК, здатну до матричного синтезу та самореплікації, і білки, які беруть участь у процесах регуляції роботи молекули ДНК.

Значення ядра як сховища генетичного матеріалу було встановлено експериментально. Німецький біолог Йоахім Хаммерлінг продемонстрував найважливішу роль ядра в експериментах на одноклітинній морській водорості ацетабулярії (*Acetabularia*). Водорість можна «оперувати», видаляючи капелюшок або ядро, тому що ядро цієї водорості міститься аж у нижній частині ніжки, біля коренеподібних утворів — ризоїдів, якими водорість прикріплюється до ґрунту.

Різні види ацетабулярій відрізняються одна від одної головним чином будовою капелюшка. Існує два близькоспоріднені види, які відрізняються тільки формою «капелюшка» — верхньої частини клітини, що розташована над «ніжкою» — нижньою частиною клітини.

У середземноморської ацетабулярії, наприклад, капелюшок круглий і увігнутий, а в ацетабулярії Веттштейна він розсічений на лопаті й за формою схожий на квітку. Був проведений такий експеримент: ніжку середземноморської ацетабулярії, без капелюшка, пересадили на ризоїди ацетабулярії Веттштейна. Вийшов «вегетативний гібрид». Він швидко «надбудував» собі капелюшок, і той виявився розсіченим на лопаті. Це означало, що саме ядро визначає особливості будови капелюшка.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

- ① Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Особливу увагу слід приділити поняттям «хроматин» і «матрикс». Хроматин є структурою, що виконує генетичну функцію клітини, він являє собою комплекс ДНК і білків. Саме з хроматину складаються хромосоми.

► Орієнтовний текст конспекту учня

У ядрі еукаріотичної клітини є ядерна оболонка, що відокремлює його від цитоплазми, а також хромосоми, ядерце, ядерний білковий кістяк — матрикс, каріоплазма (або ядерний сік).

Ядро бере участь у зберіганні, передачі й реалізації спадкової інформації, а також у регуляції процесів обміну речовин, що протікають у клітині.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

Які особливості характерні для ядерного апарату клітини?

- Які функції виконує клітинна оболонка?
- Що є головним компонентом ядра?
- Які функції в ядрі виконує ядерце?
- Чому без'ядерна клітина не може довго існувати?
- Як хімічний склад хроматину пов'язаний з його функціями?
- Які функції виконує каріоплазма?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Значення ядра як сховища генетичного матеріалу було встановлено експериментально на одноклітинній морській водорості:

- А) хлорелі;
- Б) хламідомонаді;
- В) ацетабулярії;
- Г) евглені зеленій.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 77

Тема уроку: Хромосоми: склад, будова, форма, кількість. Аутосоми та статеві хромосоми. Практична робота № 10. Вивчення хромосом на фіксованих мікропрепаратах.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про будову й функції хромосом.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати будову й функції хромосом.

Базові поняття й терміни: хромосоми, аутосоми, статеві хромосоми.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Хромосоми.	
2. Аутосоми й статеві хромосоми.	
3. Каріотип.	

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Хромосоми можуть мати довжину, яка в десятки й сотні разів перевищує діаметр ядра. У який спосіб вони вміщаються в ньому?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Хромосоми.

Хромосома (від грец. *chromo* — колір і *soma* — тіло) — це найважливіший органіод ядра, утворений ДНК у комплексі з основними білками —

гістонами. Цей комплекс становить близько 90 % речовини хромосом. До складу хромосом входять також РНК, кисл. білки, ліпіди, мінеральні речовини й фермент ДНК-полімераза.

Хромосоми можуть мати довжину, яка в десятки й сотні разів перевищує діаметр ядра. У період між поділами клітини хромосоми деспіралізовані, видимі тільки в електронний мікроскоп і являють собою довгі тонкі нитки хроматину. У період поділу хромосоми спіралізуються, стають компактними й видимими у світловий мікроскоп.

Існують різні рівні компактизації (упакування) ДНК.

Перший рівень — нуклеосомний — утворює структуру у вигляді «намистинок на нитці», при цьому відбувається укорочення ДНК приблизно в 7 разів.

Другий рівень — нуклеомерний, де відбувається об'єднання 8–10 нуклеосом у вигляді глобули.

Третій рівень — хромомерний, де нуклеомери формують численні петлі, об'єднані скріпками з негістонових білків.

Четвертий рівень — хромонемний — утворюється внаслідок зближення в лінійному порядку хромомерних петель з утворенням хромонемної нитки.

П'ятий рівень — хромосомний — утворюється в результаті спірального укладання хромонем (або хроматиди).

Морфологію хромосом найкраще вивчати в момент їхньої найбільшої конденсації — у фазі поділу клітини, яка називається метафаза.

Метафазні хромосоми утворені двома хроматидами. Хроматиди — це дочірні хромосоми, гомологи, що містять подібний набір генів і мають подібну морфологічну будову.

Число хромосом у клітинах більшості видів живих організмів парне. Це пояснюється тим, що в соматичних клітинах перебувають дві однакові за формою й розміром хромосоми — одна з організму батька, а друга — з організму матері. Хромосоми, які є однаковими за формою й розміром і несуть однакові гени, називають гомологічними хромосомами, або хроматидами.

Хромосомний набір соматичної клітини, у якому кожна хромосома має собі пару, називають подвійним, або диплоїдним, і позначають $2n$, а хромосомний набір, у якому кожна хромосома не має пари, називають одинарним, або гаплоїдним, і позначають n .

У кожної хроматиди є місце, до якого буде прикріплюватися веретено поділу — центромера (її ще називають первинною перетяжкою). Якщо хроматид дві, то вони з'єднуються в ділянці цієї первинної перетяжки.

Фрагменти, на які первинна перетяжка ділить хромосому, називаються плечима, а кінці хромосоми — теломерами.

Залежно від розміщення первинної перетяжки розрізняють метацентричні (рівноплечі), субметацентричні (помірно нерівноплечі), акроцентричні й субакроцентричні (різко нерівноплечі) хромосоми.

Хромосоми є носіями генетичної інформації, тому що до їхнього складу входить ДНК, яка містить гени.

У статевих клітинах і в спорах у рослин міститься одинарний (гаплоїдний) набір хромосом. У соматичних клітинах зустрічається подвійний (диплоїдний) набір хромосом.

Хромосоми, що визначають розвиток статі, називають статевими, а всі інші хромосоми — аутосомами.

У всіх соматичних клітинах будь-якого рослинного або тваринного організму число хромосом однакове. Статеві клітини завжди містять удвічі менше хромосом, аніж соматичні клітини даного виду організму. У всіх організмів, що належать до одного виду, число хромосом у клітинах однакове. Число хромосом не залежить від рівня організації й не завжди вказує на спорідненість: одне й те саме їхнє число може бути в дуже далеких одна від одної систематичних груп і може істотно відрізнятися в близьких за походженням видів.

Хромосоми беруть участь у зберіганні спадкової інформації, використанні цієї інформації для створення й підтримання клітинної організації, регуляції зчитування спадкової інформації, самоподвоєння генетичного матеріалу й передачі його від материнської клітини дочірнім.

2. Аутосоми й статеві хромосоми.

Пари хромосом, що не стосуються визначення статі, називають соматичними хромосомами, або аутосомами. Статеві хромосоми — це хромосоми, що містять гени, які визначають статеві ознаки організму.

Визначення статі в людини відбувається за XY-механізмом. При цьому гетерогаметною статтю є чоловіча, а гомогаметною — жіноча. В одній статі ядра всіх соматичних клітин містять диплоїдний набір аутосом $2A$ і дві однакові статеві хромосоми (XX). Тому всі гамети цієї статі містять по одній X -хромосомі. Це гомогаметна стать. В іншій статі в кожній соматичній клітині, крім диплоїдного набору аутосом $2A$, містяться дві різні статеві хромосоми X і Y . Тому в неї два види гамет: X - і Y -несучі. Це гетерогаметна стать.

У більшості видів тварин і рослин гомогаметною є жіноча стать, а гетерогаметною — чоловіча. До таких належать ссавці, більшість комах, багато риб, рослини тощо.

У багатьох інших видів (птахи, деякі рептилії, риби, метелики, волохокрильці, серед рослин — суниця) спостерігається зворотна картина — гомогаметною є чоловіча стать (має дві гомологічні хромосоми Z), а гетерогаметною — жіноча (має одну Z -хромосому й одну, що складається в основному з гетерохроматину, й тому генетично інертну W -хромосому).

Система визначення статі WZ самка/ ZZ самець характерна для 98 % видів метеликів.

Є XO визначення статі. При цьому механізмі визначення статі одна зі статей (гомогаметна) має дві X -хромосоми, тимчасом як інша (гетерогаметна) тільки одну. Цей механізм визначення статі виявлений у деяких комах (клопів, метеликів тощо) та круглих червів.

Аутосоми є консервативною пам'яттю геному й спрямовані на його збереження. Еволюційно — це найстаріші хромосоми, що містять фундаментальну видову інформацію, стабільні гени, спільні для обох статей.

Статеві хромосоми значно «молодші» від аутосом. Вони є оперативною пам'яттю, або експериментальною підсистемою, геному й спрямовані на його зміну.

3. *Каріотип.*

Сукупність кількісних (число й розміри) і якісних (форма) ознак хромосомного набору соматичної клітини називають каріотипом.

Найважливішим показником каріотипу є число хромосом. Для соматичних клітин багатоклітинних організмів характерний диплоїдний хромосомний набір. У ньому кожна хромосома має парного собі гомологічного партнера, що повторює в деталях розміри й особливості її морфології. Таким чином, у хромосомному наборі соматичних клітин виділяють гомологічні (з однієї пари) і негомологічні (з різних пар) хромосоми.

Статеві клітини відрізняються вдвічі меншим — гаплоїдним — набором хромосом, у якому тільки одна хромосома з кожної гомологічної пари хромосом.

Хромосомному комплексу властиві статеві відмінності. Набори хромосом самця й самки відрізняються однією парою статевих хромосом. Наприклад, у всіх ссавців статеві хромосоми в самки гомологічні й називаються *X*-хромосомами. А в самця статеві хромосоми негомологічні, тобто різні. Одна — *X*-хромосома, а інша *Y*-хромосома. У *X*- і *Y*-хромосомах різні гени, і ці хромосоми відрізняються морфологічно.

Видова сталість числа, величини й форми хромосом відіграє важливу роль у процесі еволюції живих організмів. Саме сталість каріотипу зберігає адаптивні властивості, характерні для того чи іншого виду. Порушення числа й морфології хромосом, як правило, призводять до серйозних порушень життєдіяльності організму.

Вивчає каріотиби організмів наука каріосистематика. Це розділ систематики, що вивчає структури клітинного ядра в різних груп організмів з метою виявлення ступеня їхньої спорідненості й використання цих даних для побудови природної системи тієї чи іншої групи організмів.

Каріосистематика рослин інтенсивно розвивається з початку ХХ століття. Перше визначення числа хромосом у рослин провели в 1882 році Е. Страсбургер і Л. Гіньяр. А в 1915 році німецький цитолог Г. Тішлер описав хромосомні набори в 400 видів рослин. У 1967 році були описані каріотиби понад 35000 видів квіткових рослин.

Каріосистематика тварин розвивалася повільніше, і тільки застосування сучасних методів дослідження (культура тканин, авторадіографія тощо) привело в 60–70-х рр. ХХ століття до її значного прогресу.

Каріосистематика показала, що всі породи домашніх овець походять від муфлонів, а домашніх коней — від тарпанів, але не від коня Пржевальського, як вважали раніше.

Каріосистематика має практичне значення в селекції: вивчення каріотипів схрещуваних видів має передувати дослідам з віддаленої гібридації.

Вивчення каріотипів організмів різних видів важливе для розв'язання проблем систематики, еволюційного вчення, селекційної практики.

Вивчення каріотипу людини є важливим для діагностики й профілактики спадкових захворювань людини.

Хромосомний набір здорової людини — 46 хромосом: 22 пари аутосом та 1 пара статевих хромосом (жінка — *XX*, чоловік — *XY*).

Хромосомні хвороби (синдроми) — це група вроджених патологічних станів, що проявляються аномаліями розвитку й обумовлені порушеннями числа або структури соматичних або статевих хромосом.

Учені виявили хвороби, зумовлені порушенням числа аутосом. Наприклад, синдром Дауна — це трисомія по 21 хромосомі. Тобто замість пари 21 хромосом є три — одна зайва. Синдром Патау — це трисомія по 13 хромосомі, а синдром Едвардса — трисомія по 18 хромосомі.

Усі ці синдроми пов'язані із серйозними порушеннями в розвитку й функціонуванні організму.

Є хвороби, пов'язані з порушенням числа статевих хромосом. Наприклад, синдром Шерешевського—Тернера — це відсутність однієї *X*-хромосоми в жінок, тобто замість двох *X*-хромосом у клітинах організму є тільки одна.

Учені розробили різні методи профілактики спадкових захворювань. У багатьох містах України працюють медико-генетичні консультації, у яких можна отримати кваліфіковану допомогу щодо запобігання появи в потомства спадкових захворювань.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Хромосома — це найважливіший органід ядра, утворений ДНК у комплексі з основними білками — гістонами. Існують різні рівні компактизації ДНК у хромосомах.

Хромосоми, що визначають розвиток статі, називають статевими, а всі інші хромосоми називають аутосомами.

У всіх соматичних клітинах будь-якого рослинного або тваринного організму число хромосом однакове.

Сукупність кількісних (число й розміри) та якісних (форма) ознак хромосомного набору соматичної клітини називають каріотипом. Вивчає каріотиби організмів наука каріосистематика.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Робота із зошитом*

Під час узагальнення і систематизації знань слід провести практичну роботу № 10 «Вивчення хромосом на фіксованих мікропрепаратах» (ЗЛПР, с. 54).

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Як будова хромосом пов'язана з їхніми функціями?
- Які кількісні та якісні ознаки хромосомного набору беруть до уваги при описі каріотипу?

- Про які статеві відмінності хромосомного комплексу ви знаєте?
- Яку роль відіграє видова сталість числа, величини й форми хромосом?
- Яке практичне значення має наука каріосистематика?
- Чому вивчення каріотипу людини має важливе значення для медицини?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Гетерогаметна жіноча стаття зустрічається:

- А) у рисі;
- Б) кажана;
- В) орла;
- Г) коня.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 78

Тема уроку: Диплоїдний та гаплоїдний набір хромосом. Гомологічні та негомологічні хромосоми.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про диплоїдний та гаплоїдний набір хромосом, гомологічні та негомологічні хромосоми.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати диплоїдний та гаплоїдний набір хромосом, гомологічні й негомологічні хромосоми.

Базові поняття й терміни: диплоїдний набір хромосом, гаплоїдний набір хромосом, гомологічні хромосоми, негомологічні хромосоми.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Диплоїдний та гаплоїдний набір хромосом.	
2. Гомологічні та негомологічні хромосоми.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що вам відомо про хромосоми?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Диплоїдний та гаплоїдний набір хромосом.

Плоїдність — це число наборів хромосом, що містяться у ядрі клітини або в ядрах клітин багатоклітинного організму. Іноді цим терміном послуговуються стосовно прокаріотичних клітин, позбавлених ядра. Більшість прокаріотів гаплоїдні, тобто мають одну копію бактеріальної хромосоми, але зустрічаються й диплоїдні та поліплоїдні бактерії.

Серед еукаріотів розрізняють клітини гаплоїдні (з одинарним набором непарних хромосом), диплоїдні (з парними хромосомами), поліплоїдні (їх нерідко називають, залежно від того, скільки разів у ядрі клітини повторюється гаплоїдний набір, конкретно три-, тетра-, гексаплоїдними тощо) та анеуплоїдні (коли подвоєння або втрата — нулісомія — охоплює не весь геном, а лише обмежене число хромосом).

Поліплоїдію (збільшення числа хромосом у ядрі клітини, кратне гаплоїдному набору) не слід плутати зі збільшенням кількості ядер у клітині й збільшенням числа молекул ДНК у хромосомі (політенізацією хромосом).

У ядрах клітин тіла (соматичних клітин) міститься повний, подвійний набір хромосом. У ньому кожна гомологічна хромосома має свого партнера. Такий набір хромосом називають диплоїдним, його прийнято позначати як $2n$.

У ядрах статевих клітин на відміну від соматичних з кожної пари гомологічних хромосом наявний лише один представник. Так, у ядрах статевих клітин кінської аскариди всього одна хромосома, дрозофіли — 4, люди — 23. Усі вони різні, негомологічні. Такий одинарний набір хромосом називають гаплоїдним і позначають — n .

При заплідненні відбувається злиття статевих клітин, кожна з яких вносить у зиготу (запліднену статеву клітину) гаплоїдний набір хромосом і відновлюється диплоїдний набір: $n + n = 2n$. Отже, у диплоїдному наборі одна з гомологічних хромосом походить від батька, друга — від матері.

У нормі в більшості організмів, для яких відомий статевий процес, у життєвому циклі відбувається правильне чергування гаплоїдної та диплоїдної фаз. Гаплоїдні клітини утворюються в результаті мейотичного поділу диплоїдних клітин, після чого в деяких організмів (рослини, водорості, гриби) можуть розмножуватися за допомогою мітотичних поділів з утворенням гаплоїдного багатоклітинного тіла або кількох поколінь гаплоїдних клітин-нащадків.

Диплоїдні клітини утворюються з гаплоїдних у результаті статевого процесу (злиття статевих клітин, або гамет) з утворенням зиготи, після чого можуть розмножуватися за допомогою мітотичних поділів (у рослин, водоростей і деяких інших протистів, тварин) з утворенням диплоїдного багатоклітинного тіла або диплоїдних клітин-нащадків.

Поліплоїдією називають кратне збільшення кількості хромосом у клітині еукаріотів. Поліплоїдія набагато частіше зустрічається серед рослин, ніж серед тварин.

Розрізняють автополіплоїдію та алополіплоїдію.

Автополіплоїдія — це спадкова зміна, кратне збільшення числа наборів хромосом у клітинах організму одного й того самого біологічного виду. На основі штучної автополіплоїдії синтезовані нові форми й сорти жита, гречки, цукрового буряка та інших рослин.

Алополіплоїдія — це подвоєння числа хромосом у стерильного гібрида, у результаті чого він стає фертильним. Виникає при міжвидовій і міжродовій гібридизації.

2. Гомологічні та негомологічні хромосоми.

Гомологічними називають сумірні частини порівнюваних біологічних об'єктів. Гомологічні хромосоми мають один і той самий набір генетичних локусів, тому вони взаємозамінні.

Гомологічні хромосоми — це парні хромосоми, які не тільки містять один і той самий набір генів, подібні за морфологічною будовою, але й кон'югують у мейозі й можуть обмінюватися ділянками в процесі кросинговеру. Гомологічні хромосоми можуть нести різні алельні форми одного й того самого гена.

Гомологічні хромосоми абсолютно схожі одна на одну, у них однакові розміри й форма, збігаються розташування центромер, порядок розташування хромомер і міжхромомерних ниток, а також інші деталі будови.

Негомологічні хромосоми мають різні набори генів, тому вони індивідуальні й взаємозамінні. Уся генетична інформація, необхідна для розвитку організму, міститься тільки в повному комплекті всіх негомологічних хромосом (тобто у повному гаплоїдному наборі хромосом). Негомологічні хромосоми завжди мають відмінності.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Учні часто не розуміють, у чому полягають відмінності гомологічних і негомологічних хромосом. Тому слід звернути увагу на склад генів цих хромосом. Якщо гени однакові, то хромосоми гомологічні.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про диплоїдний і гаплоїдний набір хромосом, гомологічні та негомологічні хромосоми.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Що таке плоїдність?
- Який набір хромосом називають диплоїдним?
- Який набір хромосом називають гаплоїдним?
- У результаті якого процесу утворюються гаплоїдні клітини?
- Які хромосоми називають гомологічними?
- Як називають хромосоми, які мають різні набори генів?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

У результаті мейозу утворюються:

- А) гаплоїдні клітини;
- Б) диплоїдні клітини;
- В) поліплоїдні клітини;
- Г) тетраплоїдні клітини.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Поверхневий апарат клітини, його структура й функції.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про поверхневий апарат клітини, його структуру й функції.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати поверхневий апарат клітини, його структуру й функції.

Базові поняття й терміни: поверхневий апарат клітини.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Поверхневий апарат клітини, його структура й функції.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Якими особливостями має володіти структура, що відокремлює клітину від навколишнього середовища?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Поверхневий апарат клітини, його структура й функції.

Будь-який різновид клітин прокаріотів і еукаріотів складається із трьох частин: поверхневого апарату, цитоплазми, ядерного апарату.

Поверхневий апарат клітини виконує три функції, універсальні для всіх різновидів клітин: бар'єрну, транспортну, рецепторну.

Крім того, в окремих різновидах клітин поряд зі спільними функціями він може виконувати й ряд специфічних функцій, властивих лише даному

типу клітин (наприклад, механічна тургорна функція клітинної стінки в рослинних клітин).

Поверхневий апарат клітин складається з трьох систем: плазматичної мембрани, надмембранного комплексу, субмембранного опорно-скоротливого апарату гіалоплазми.

Плазматична мембрана, або плазмалема, — це найбільш постійна, основна, універсальна для всіх клітин система поверхневого апарату.

Субмембранна система гіалоплазми — це особлива система, що являє собою спеціалізовану периферичну частину цитоплазми. Вона займає проміжне місце між робочим метаболічним апаратом клітини та плазматичною мембраною. Звідси двоїстий характер її структури та функцій: з одного боку, вона бере участь у трансмембранному транспорті й рецепції, а з іншого боку — є частиною цитоплазми й у ній протікають характерні для цитоплазми реакції й процеси. У зв'язку із цим у субмембранній системі можна виділити дві основні частини: периферичну гіалоплазму (частина цитоплазми, що прилягає до плазматичної мембрани) й опорно-скоротливу систему.

Опорно-скоротлива система складається з таких основних компонентів, як мікрофібрили, мікротрубочки та скелетні фібрилярні структури. Фактично це частина «скелета» клітини, що виконує опорну й рухову функції.

Первинною й основною функцією надмембранних структур поверхневого апарату було, безсумнівно, здійснення взаємодії клітин із зовнішнім середовищем або з іншими клітинами. Однак у процесі еволюції надмембранні структури починають відігравати найважливішу роль у реалізації й інших специфічних функцій: тургорної, механічної, рухової та деяких інших.

Надмембранні структури бактерій представлені клітинною стінкою, специфіка організації якої є основою для поділу бактерій на дві групи — грам-позитивні та грам-негативні. У грам-позитивних бактерій клітинна стінка має складнішу будову, у зв'язку із чим її функції більш різноманітні. Але у всіх бактерій клітинна стінка відіграє роль молекулярного сита, що здійснює вибірковий транспорт, а в бактерій, здатних до руху, — бере участь у цьому процесі.

Усю різноманітність надмембранних структур клітин еукаріот можна поділити на дві категорії: власне надмембранний комплекс, або глікокалікс, і похідні надмембранних структур.

Глікокалікс, перебуваючи в безпосередньому контакті із зовнішнім середовищем, відіграє важливу роль у рецепторній функції, але, крім цього, вуглеводний компонент глікокаліксу може виконувати різноманітні спеціальні функції. До похідних надмембранних структур належить клітинна стінка рослин.

У рослин, так само як і в бактерій, ціанобактерій і грибів, на поверхні клітин розташована щільна оболонка, або клітинна стінка. У більшості рослин вона складається із клітковини. Клітинна стінка грибів складається

з полісахаридів на 80–90 % (у більшості грибів це хітин). Клітинна стінка відіграє надзвичайно важливу роль: вона являє собою зовнішній каркас, захисну оболонку, забезпечує тургор рослинних клітин: крізь клітинну стінку проходять вода, солі, молекули багатьох органічних речовин.

Поверхневий апарат клітини

Системи поверхнього апарату клітини	Які структури належать до цієї системи	Які функції виконує
Плазматична мембрана	Біліпідний шар інтегрований з білками	Бар'єрну, транспортну, рецепторну
Надмембранний комплекс	Глікокалікс тваринних клітин, клітинна стінка рослин і грибів, клітинні стінки й слизові капсули бактерій	Здійснення взаємодії клітин із зовнішнім середовищем або з іншими клітинами (рецепторна), бар'єрна, транспортна, інші специфічні функції: тургорна, механічна, локомоторна (рухова)
Субмембранний опорно-скоротливий апарат	Мікрофіламенти, мікротрубочки, пелікула (у деяких найпростіших)	Бере участь у трансмембранному транспорті й рецепції, є частиною цитоплазми, у ній протікають реакції та процеси, виконує опорну й рухову функції

Слід враховувати те, що алкоголь, нікотин і наркотичні речовини порушують структуру та функції поверхнього апарату клітини. Порушується мембранний транспорт, бар'єрна, рецепторна функції, генерування й проведення збудження в нервових та м'язових клітинах.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Слід зазначити, що до складу поверхнього апарату входить не тільки плазматична мембрана, оскільки школярі часто не розуміють, що являють собою надмембранний і субмембранний комплекси.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про структуру й функції поверхнього апарату клітини.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

① **Методичні рекомендації:** аналіз типових помилок, які роблять учні під час спілкування і систематизації знань.

Помилки, які учні роблять під час вивчення цієї теми, пов'язані в основному з тим, що вони не пам'ятають відмінностей поверхневих апаратів клітин рослин, тварин, грибів, бактерій.

► Запитання для повторення та обговорення

- Як структура мембрани пов'язана з її функціями?
- Чим активний транспорт крізь мембрану відрізняється від пасивного транспорту?
- Порівняйте поверхневий апарат клітин рослин і клітин тварин.
- Порівняйте поверхневий апарат клітин бактерій і клітин тварин.
- Порівняйте поверхневий апарат клітин бактерій і клітин рослин.
- Як нікотин, алкоголь і наркотичні речовини впливають на поверхневий апарат клітини?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Глікокалікс входить до складу поверхнього апарату клітин:

- А) рослин;
- Б) тварин;
- В) грибів;
- Г) бактерій.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Молекулярний склад і структура мембран. Роль мембран у клітині.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про структуру й функції мембран.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати структуру й функції мембран.

Базові поняття й терміни: мембрана, біліпідний шар, мембранний транспорт.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Будова й функції мембран.	
2. Мембранний транспорт.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Як речовини надходять до клітини?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Будова й функції мембран.

Біологічні мембрани — це тонкі межові структури молекулярних розмірів, розташовані на поверхні клітин і субклітинних частинок, а також каналців і пухирців, що пронизують протоплазму. Найважливішою функцією біологічних мембран є регулювання транспорту йонів, цукрів, амінокислот та інших продуктів обміну речовин.

За допомогою електронного мікроскопа та рентгеноструктурного аналізу вченим удалося показати спільність будови поверхневих клітинних мембран, мембран ендоплазматичної сітки, мітохондрій, клітинних ядер, лізосом, пластид тощо.

В основі будь-якої мембрани лежить подвійний шар фосfolіпідів.

Однак біліпідний шар — це ще не готова мембрана, а тільки її основа. Із біліпідним шаром повинні зв'язатися білки, які називають мембранними. Саме мембранні білки визначають чимало властивостей мембран. До складу мембран входять також вуглеводи, які утворюють комплекси з білками або ліпідами.

Сьогодні найбільш визнаною є рідинно-мозаїчна модель будови мембрани, яку в 1972 році запропонували Дж. Сінгер і Г. Ніколсон. Згідно із цією моделлю мембрана складається з бішару ліпідів, у якому плавають (або закріплені) білкові молекули, утворюючи своєрідну мозаїку.

Мембранні білки можуть пронизувати бішар наскрізь (інтегральний білок), прилягати до бішару (периферичний білок) або поринати в нього. Багато білків мембрани є глікопротеїнами, а мембранотворні ліпіди — гліколіпідами.

Будова мембрани відповідає її функціям. До біологічних функцій мембран належать:

Мембранний транспорт:

- пасивний транспорт речовин із зони з більшою концентрацією в зону з меншою концентрацією (на нього не потрібно витрачати енергію);
- полегшений транспорт речовин із зони з більшою концентрацією в зону з меншою концентрацією (йому сприяє який-небудь переносник або система переносників);
- активний транспорт речовин із зони з меншою концентрацією в зону з більшою концентрацією (цей процес потребує енергії);
- ендоцитоз — активний процес транспорту різних речовин крізь мембрану в клітині: фагоцитоз — поглинання твердих частинок, а піноцитоз — поглинання рідкого матеріалу;
- екзоцитоз — активний процес транспорту різних речовин крізь мембрану з клітин.

Бар'єрна функція. Мембрани є бар'єром, який запобігає надходженню в клітину різноманітних хімічних речовин та інших агентів.

Рецепторна функція. Клітинна поверхня має великий набір рецепторів, які уможливають специфічні реакції з різними агентами. Роль багатьох клітинних рецепторів полягає в передачі сигналів ззовні всередину клітини.

Крім того, вкриваючи клітину й відокремлюючи її від навколишнього середовища, біологічні мембрани забезпечують цілісність клітин та органел, підтримуючи нерівномірний розподіл йонів Калію, Натрію, Хлору й інших йонів між протоплазмою і навколишнім середовищем, вони сприяють появі різниці біоелектричних потенціалів. Властивості біологічних мембран у значній мірі визначають генерування й проведення збудження в нервових та м'язових клітинах.

Електричні явища, пов'язані з мембранами, відіграють важливу роль у процесах одержання енергії, передачі сигналів та інших процесах життєдіяльності клітини.

Особливо важливою мембраною в клітині є плазмалема — поверхнева мембрана. Вона виконує бар'єрну, транспортну, рецепторну та сигнальну функції.

2. Мембранний транспорт.

Є два активні процеси, за допомогою яких різні матеріали транспортуються крізь мембрану — екзоцитоз та ендоцитоз.

Із клітини речовини виводяться за допомогою екзоцитозу — злиття внутрішньоклітинних пухирців із плазматичною мембраною. Наприклад, для того щоб секретувати інсулін, клітини, котрі продукують цей гормон, упаковують його у внутрішньоклітинні пухирці, які зливаються з плазматичною мембраною і відкриваються в позаклітинний простір, вивільняючи при цьому інсулін.

У клітину речовини можуть потрапляти за допомогою ендоцитозу. При ендоцитозі плазматична мембрана утворює випинання або вирости, які потім, відшнуровуючись, перетворюються на пухирці або вакуолі.

Залежно від розміру й вмісту пухирців, що утворюються, розрізняють два типи ендоцитозу:

- піноцитоз — поглинання рідини й розчинених речовин за допомогою невеликих пухирців;
- фагоцитоз — поглинання великих частинок, таких як мікроорганізми або шматочки клітин.

У разі фагоцитозу утворюються великі пухирці — вакуолі. Завдяки фагоцитозу відбувається поглинання бактерій, великих вірусів, відмерлих власних клітин організму або чужорідних клітин.

Молекули проходять крізь мембрани завдяки трьом різним процесам: простої дифузії, полегшеної дифузії, активному транспорту.

Проста дифузія — це приклад пасивного транспорту, що йде із зони з більшою концентрацією молекул у зону з меншою концентрацією. Інакше кажучи, його напрямок визначається тільки різницею концентрацій речовини по обидва боки мембрани, так званим градієнтом концентрації. Шляхом простої дифузії в клітину проникають неполярні (гідрофобні) речовини, що розчиняються в ліпідах, і дрібні незаряджені молекули (наприклад, вода).

Проте більшість речовин, необхідних клітинам, переноситься крізь мембрану за допомогою занурених у неї транспортних білків.

Розрізняють дві основні форми транспорту: за допомогою переносників — полегшена дифузія — та активний транспорт.

Полегшена дифузія обумовлена градієнтом концентрації, і молекули рухаються відповідно до цього градієнта. Однак якщо молекула заряджена, то на її транспорт впливає як градієнт концентрації, так і мембранний потенціал.

Активний транспорт — це перенесення розчинених речовин проти градієнта концентрації з використанням енергії АТФ. Енергія потрібна тому,

що речовина повинна рухатися, у супереч своєму природному прагненню дифундувати в протилежному напрямку.

Однією з найважливіших і найбільш вивчених систем активного транспорту в клітинах тварин є Na-K насос. Більшість клітин тварин підтримують різні градієнти концентрації йонів натрію і калію по різні боки плазматичної мембрани: усередині клітини зберігається низька концентрація йонів натрію й висока концентрація йонів калію. Енергію, необхідну для роботи Na-K насоса, доставляють молекули АТФ, що утворюються під час дихання. Про значення цієї системи для всього організму свідчить той факт, що у тварини, яка перебуває в спокої, більше третини АТФ витрачається на забезпечення роботи цього насоса.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Особливі проблеми виникають із розумінням процесів активного транспорту речовин крізь мембрану, тому слід докладніше зупинитися на обговоренні принципу дії натрій-калієвого насоса.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Біологічні мембрани — це тонкі межові структури молекулярних розмірів, розташовані на поверхні клітин і субклітинних частинок, а також каналців і пухирців, що пронизують протоплазму. Будова мембрани відповідає її функціям. До біологічних функцій мембран належать мембранний транспорт, бар'єрна функція, рецепторна функція.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Як структура мембрани пов'язана з її функціями?
- Порівняйте різні види мембранного транспорту.
- У чому особливості ендоцитозу?
- Чим активний транспорт крізь мембрану відрізняється від пасивного транспорту?
- Чим ендоцитоз відрізняється від екзоцитозу?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Поглинання великих частинок, таких як мікроорганізми або шматочки клітин, називається:

- А) піноцитоз;
- Б) фагоцитоз;
- В) дифузія;
- Г) екзоцитоз.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 81

Тема уроку: Проникність мембран. Дифузія, осмос. Транспорт речовин крізь мембрани. Молекули-переносники.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про проникність мембран, дифузію, осмос, молекули-переносники.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати дифузію та осмос.

Базові поняття й терміни: проникність мембран, дифузія, осмос, молекули-переносники.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Проникність мембран.	
2. Дифузія, осмос.	
3. Молекули-переносники.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Як у клітину потрапляє вода?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Проникність мембран.

Мембрани мають вибірккову проникність. Вибіркова проникність означає, що проникність мембрани для різних атомів або молекул залежить від їхніх розмірів, електричного заряду й хімічних властивостей. Вибіркова проникність забезпечує відокремлення клітини та клітинних компартментів (відсіків) від навколишнього середовища й постачання їх необхідними речовинами.

Проникність біологічних мембран має велике значення для осморегуляції та підтримання сталості складу клітини, її фізико-хімічний гомеостаз, відіграє важливу роль у генерації та проведенні нервового імпульсу, в енергозабезпеченні клітини, сенсорних механізмах та інших процесах життєдіяльності.

Проникність біологічних мембран обумовлена особливостями їхньої будови. Вони стають осмотичним бар'єром між клітиною та середовищем.

Біологічні мембрани проникні лише для невеликої кількості низькомолекулярних жиророзчинних речовин (гліцерол, спирти, сечовина тощо). Така проникність (проста дифузія) відіграє певну роль у процесах перенесення речовин крізь мембрани, але більш важливі процеси перенесення речовин крізь мембрани відбуваються за участю специфічних систем транспорту. Припускають, що ці системи містять мембранні переносники (білки або ліпопротеїди). Переносник зв'язує речовину, яку переносить, і може переміщатися в мембрані.

Проникність біологічних мембран регулюється гормонами та іншими біологічно активними речовинами. Так, деякі стероїдні гормони, інсулін збільшують проникність мембран еритроцитів, м'язових і жирових клітин. Проникність біологічних мембран нервових клітин залежить від особливих речовин — медіаторів, наприклад ацетилхоліну.

2. Дифузія, осмос.

Дифузія — це процес перенесення матерії або енергії з ділянки з високою концентрацією в ділянку з низькою концентрацією. Найвідомішим прикладом дифузії є перемішування газів або рідин (якщо у воду крапнути кілька крапель чорнила, то рідина за якийсь час стане рівномірно забарвленою).

Осмос — це процес дифузії розфактора з менш концентрованого розчину в більш концентрований розчин.

Важливим окремим випадком осмосу є осмос крізь напівпроникну мембрану. Напівпроникними називають ті мембрани, які мають досить

високу проникність не для всіх, а лише для деяких речовин, зокрема для розфактора. Якщо така мембрана розділяє розчин і чистий розфактор, то концентрація розфактора в розчині є менш високою, оскільки там частина його молекул заміщена на молекули розчиненої речовини. Унаслідок цього перехід частинок розфактора з відділу, що містить чистий розфактор, у розчин відбуватиметься частіше, ніж у протилежному напрямку. Відповідно, об'єм розчину буде збільшуватися (а концентрація зменшуватися), тимчасом як об'єм розфактора буде відповідно зменшуватися.

Наприклад, до ячної шкаралупи із внутрішнього боку прилягає напівпроникна мембрана: вона пропускає молекули води й затримує молекули цукру. Якщо такою мембраною розділити розчини цукру з концентрацією 5 і 10 % відповідно, то крізь неї в обох напрямках будуть проходити тільки молекули води. Як наслідок, у більш розведеному розчині концентрація цукру підвищиться, а в більш концентрованому, навпаки, знизиться. Коли концентрація цукру в обох розчинах стане однаковою, наступить рівновага. Розчини, що досягли рівноваги, називають ізотонічними.

Осмос, спрямований усередину обмеженого об'єму рідини, називають ендосмосом, назовні — екзосмосом.

Перенесення розфактора крізь мембрану обумовлене осмотичним тиском. Він дорівнює надлишковому зовнішньому тиску, який слід докласти з боку розчину, щоб припинити процес, тобто створити умови осмотичної рівноваги. Перевищення надлишкового тиску над осмотичним може призвести до обернення осмосу — зворотної дифузії розфактора.

Осмос відіграє важливу роль у багатьох біологічних процесах. Мембрана, що оточує нормальну клітину крові, проникна лише для молекул води, кисню, деяких із розчинених у крові поживних речовин та продуктів клітинної життєдіяльності; для великих білкових молекул, що перебувають у розчиненому стані всередині клітини, вона непроникна. Тому білки, такі важливі для біологічних процесів, залишаються всередині клітини.

Осмос бере участь у перенесенні поживних речовин у стовбурах високих дерев, де капілярне перенесення не здатне виконати цю функцію.

Клітини рослин використовують осмос також для збільшення об'єму вакуолі, щоб вона напружувала стінки клітини (тургорний тиск). Клітини рослин роблять це шляхом запасання сахарози. Збільшуючи або зменшуючи концентрацію сахарози в цитоплазмі, клітини можуть регулювати осмос.

Зі змінами тургорного тиску пов'язано багато рухів рослин (наприклад, рух вусиків гороху та інших повзучих рослин).

Осмос також відіграє велику роль в екології водойм. Якщо концентрація солі та інших речовин у воді підніметься або впаде, то мешканці цих вод загинуть через згубний вплив осмосу.

3. Молекули-переносники.

Білки-переносники — це трансмембранні білки, які специфічно зв'язують молекулу речовини, що транспортується, і, змінюючи конформацію, здійснюють перенесення молекули крізь ліпідний шар мембрани. У білках-переносниках усіх типів є певні ділянки зв'язування для

молекули, що транспортується. Вони можуть забезпечувати як пасивний, так і активний мембранний транспорт.

Існують й інші молекули, які переносять енергію в клітині. Цю функцію в клітині виконують спеціалізовані молекули. Найважливіші з них — аденозин трифосфат (АТФ) і аденозин дифосфат (АДФ).

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

- ① **Методичні рекомендації:** як вирішувати проблеми, пов'язані з розумінням нового матеріалу учнями.

Проблеми можуть виникати в учнів, які погано знають фізику й хімію. У цьому випадку явища дифузії та осмосу слід розглянути більш докладно.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити коротку інформацію про дифузію, осмос та молекули-переносники.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- У чому виражається вибіркова проникність мембран?
- Яку біологічну роль відіграє проникність біологічних мембран?
- Для чого потрібні мембранні переносники (білки або ліпопротеїди)?
- Як регулюється проникність біологічних мембран?
- Що таке дифузія й осмос? Яку біологічну роль відіграють ці процеси?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Деякі стероїдні гормони та інсулін:

- А) зменшують проникність мембран еритроцитів;
- Б) збільшують проникність мембран еритроцитів;
- В) не впливають на проникність мембран еритроцитів;
- Г) руйнують мембрани еритроцитів.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Клітинна стінка рослин: особливості хімічного складу, лігніфікація. Лабораторна робота № 11. Живі та мертві клітини. Явище дезорганізації.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про будову та функції клітинної стінки рослин.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати будову та функції клітинної стінки рослин.

Базові поняття й терміни: клітинна стінка, лігніфікація.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Особливості хімічного складу клітинної стінки рослин.	
2. Лігніфікація.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Які функції виконує клітинна стінка рослин?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Особливості хімічного складу клітинної стінки рослин.

Клітинна стінка — це тверда оболонка клітини, що розташована зовні цитоплазматичної мембрани й виконує структурну, захисну та транспортну функції. Вона є в більшості бактерій, архей, грибів і рослин. Тварини й багато найпростіших не мають клітинної стінки.

Більшість водоростей мають клітинну стінку із целюлози та різних глікопротеїнів. Включення додаткових полісахаридів мають велике таксономічне значення.

Діатомові водорості синтезують свою клітинну стінку із кремнієвих кислот.

Клітинні стінки вищих рослин побудовані в основному із целюлози, геміцелюлози та пектину. У них є пори плазмодесми, через які здійснюється контакт сусідніх клітин та їхній обмін речовиною.

До складу клітинної стінки входять структурні компоненти (целюлоза в рослин і хітин у грибів), компоненти матриксу (геміцелюлоза, пектин, білки), інкрустуючі компоненти (лігнін, суберин) та речовини, що відкладаються на поверхні оболонки (кутин і віск).

Молекули целюлози за рахунок водневих зв'язків об'єднуються в пучки — мікрофібрили. Переплетені мікрофібрили становлять каркас клітинної оболонки. У більшості грибів мікрофібрили клітинної стінки складаються з хітину.

Мікрофібрили занурені в матрикс клітинної стінки. Матрикс складається із суміші різних хімічних речовин, серед яких переважають полісахариди (геміцелюлози й пектинові речовини).

Геміцелюлози — це група полісахаридів (полімери пентоз і гексоз — ксилози, галактози, манози, глюкози тощо). Молекули геміцелюлоз, як і целюлози, мають форму ланцюга, але на відміну від останньої їхні ланцюги коротші, менш упорядковані й сильно розгалужені. Вони легше розчиняються й руйнуються ферментами.

Пектинові речовини — це полімери, побудовані з моносахаридів і метилового спирту. Довгі молекули пектинових речовин можуть бути лінійними або розгалуженими. Молекули пектинових речовин містять велику кількість карбоксильних груп і тому здатні з'єднуватися з йонами Mg^{2+} і Ca^{2+} . При цьому утворюються клейкі, драгледоподібні пектати Магнію та Кальцію, з яких потім складаються серединні пластинки, що скріплюють стінки двох сусідніх клітин.

Пектиновими речовинами й пектатами багаті оболонки клітин багатьох плодів.

На частку матриксу припадає близько 60 % сухої речовини клітинної оболонки. Матрикс оболонки не просто заповнює проміжки між мікрофібрилами, а утворює водневі й ковалентні зв'язки між макромолекулами та мікрофібрилами, що забезпечує міцність клітинної стінки, її еластичність і пластичність.

2. Лігніфікація.

Основною інкрустуючою речовиною оболонки клітин рослин є лігнін — полімер з нерозгалуженою молекулою, що складається з ароматичних спиртів.

Лігніфікація — це просочення шарів целюлози лігніном. Інтенсивна лігніфікація клітинних оболонок починається після припинення росту клітини. Лігнін може відкладатися окремими ділянками — у вигляді кілець, спіралей або сітки, як це спостерігається в оболонках клітин провідної тканини — ксилеми, або суцільним шаром, за винятком тих

місць, де здійснюються контакти між сусідніми клітинами у вигляді плазмодесм.

Лігнін скріплює целюлозні волокна й діє як дуже твердий і жорсткий каркас, що підвищує міцність клітинних стінок на розтягання й стискування. Він забезпечує клітинам додатковий захист від фізичних та хімічних впливів, знижує водонепроникність. Уміст лігніну в оболонці сягає 30 %. Інкрустація ним клітинних оболонок призводить до їхнього здерев'яніння, що часто спричиняє відмирання живого вмісту клітини.

Лігнін у поєднанні із целюлозою надає особливих властивостей деревині, які роблять її незамінним будівельним матеріалом.

На клітинну оболонку можуть відкладатися також жироподібні речовини — суберин, кутин і віск.

Суберин відкладається на оболонку зсередини й робить її майже непроникною для води та розчинів. Унаслідок цього протопласт клітини відмирає й клітина заповнюється повітрям. Такий процес називають опробковінням. Спостерігається опробковіння оболонки клітин у покривних тканинах багаторічних деревних рослин — перидермі, кірці, а також в ендодермі кореня.

Поверхня епідермальних клітин рослин захищена гідрофобними речовинами — кутином і восками. Попередники цих сполук секретуються із цитоплазми на поверхню, де й відбувається їхня полімеризація. Шар кутину зазвичай пронизаний полісахаридними компонентами (целюлозою та пектином) і утворює кутикулу. Віск часто відкладається в кристалічній формі на поверхні частин рослин (листя, плодів), утворюючи восковий наліт.

Кутикула й восковий наліт захищають клітини від ушкоджень і проникнення інфекції, зменшують випаровування води з поверхні органів.

В оболонках епідермальних клітин деяких рослин, наприклад осок, накопичується велика кількість мінеральних речовин (мінералізація), у першу чергу карбонату кальцію й кремнезему. При мінералізації листя й стебла рослин стають жорсткими, твердими, унаслідок чого їх менше поїдають тварини.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити коротку інформацію про склад клітинної стінки рослин та процес лігніфікації.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Робота із зошитом*

Під час узагальнення і систематизації знань слід провести лабораторну роботу № 11 «Живі та мертві клітини. Явище дезорганізації» (ЗЛПР, с. 17).

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Яку клітинну стінку мають водорості?
- Як улаштовані клітинні стінки вищих рослин?

- Що називають плазмодесмами?
- Яка речовина є основною інкрустуючою речовиною оболонки клітин рослин?
- Коли починається інтенсивна лігніфікація клітинних оболонок?
- Із чого синтезують свою клітинну стінку діатомові водорості?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Клітинні стінки вищих рослин побудовані переважно зі:

- А) сахарози;
- Б) целюлози, геміцелюлози й пектину;
- В) крохмалю;
- Г) хітину.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 83

Тема уроку: Клітина як дискретна система.

Мета уроку: узагальнити знання учнів про клітину.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють узагальнити знання учнів про клітину.

Базові поняття й терміни: клітина, органели.

Тип уроку: урок узагальнення знань.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 38 хв.
Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для узагальнення, систематизації і контролю знань і вмінь учнів

- Чим схожа сучасна клітинна теорія на теорію, створену в XIX столітті, й чим вона від неї відрізняється?
- Чим схожі й чим відрізняються клітини прокариотів і еукаріотів?
- Чим схожі й чим відрізняються клітини рослини й тварин?
- Які органели є обов'язковими для будь-якої клітини?
- Чим відрізняється метод зберігання спадкової інформації в прокариотів і еукаріотів?
- Які функції апарату Гольджі ви знаєте?
- Як будова мітохондрії пов'язана з її функціями?
- У чому проявляється автономія мітохондрій і хлоропластів?
- Який хімічний склад рибосоми?
- Чим війки відрізняються від джгутиків?
- Які особливості характерні для ядерного апарату клітини?
- Які функції в ядрі виконує ядерце?
- Чому без'ядерна клітина не може довго існувати?
- Які функції виконує каріоплазма?
- Як будова хромосом пов'язана з їхніми функціями?
- Про які статеві відмінності хромосомного комплексу ви знаєте?
- Яку роль відіграє видова сталість числа, величини й форми хромосом?
- Як структура мембрани пов'язана з її функціями?
- Чим активний транспорт крізь мембрану відрізняється від пасивного?
- Порівняйте поверхневий апарат клітин рослин і клітин тварин.
- Яку біологічну роль відіграє проникність біологічних мембран?
- Що таке дифузія й осмос? Яку біологічну роль відіграють ці процеси?

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема 7. Основні процеси клітинного рівня (18 години)

Вивчаючи цю тему, учні дізнаються:

- про основні метаболічні процеси в клітині та методи їхнього вивчення;
- матричний синтез, реплікацію, транскрипцію, трансляцію, гомеостаз, фотосинтез.

Вивчаючи цю тему, учні навчаться:

- описувати окисно-відновні реакції метаболізму за участю ферментів, енергетичні перетворення в ході фотосинтезу;
- пояснювати матричний принцип процесів біосинтезу;
- порівнювати обмін речовин у рослинній і тваринній клітинах, пластичний та енергетичний обміни.

УРОК № 84

Тема уроку: **Метаболізм — основа життєдіяльності клітини. Основні метаболічні процеси клітини та методи їх вивчення.**

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про метаболізм як основу життєдіяльності клітини.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати процеси метаболізму.

Базові поняття й терміни: метаболізм, синтез, гідроліз, окисно-відновні процеси.

Тип уроку: урок-семінар.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Обговорення питань семінару 38 хв.

1. *Метаболізм — основа життєдіяльності клітини.*
2. *Основні метаболічні процеси клітини та методи їх вивчення.*
3. *Гідроліз та окисно-відновні реакції в біохімічних процесах.*

Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Обговорення питань семінару

1. Метаболізм — основа життєдіяльності клітини.
2. Основні метаболічні процеси клітини та методи їх вивчення.
3. Гідроліз та окисно-відновні реакції в біохімічних процесах.

► Методика проведення семінарів

Семінари повинні ґрунтуватися на самостійному творчому мисленні учнів. Учень, готуючись до семінару, опановує нові вміння: працювати з джерелами інформації, аналізувати прочитане, вибирати головне для доповіді, логічно викладати свої думки, розповідати, не користуючись написаним текстом.

Уроки-семінари доцільно проводити за такими темами, у ході обговорення яких учень не просто зможе засвоїти певні знання, але й побачити їх у системі та взаємозв'язку.

Уроки-семінари відзначаються й особливим характером діяльності учнів, оскільки їм передусє серйозна підготовча робота. До уроку-семінару готуються всі учні, але кожний робить у нього свій внесок. На семінарі кожний учень відповідає за певну підтему, що стосується загальної тематики.

Семінарська форма занять створює сприятливі умови для реалізації можливостей кожного учня, для самопізнання й творчості.

При організації семінару доцільно створювати робочі групи, доручаючи їм різні завдання. У групах учні розподіляють між собою обов'язки. При такій формі діяльності є робота для учнів різного рівня знань. Семінар буде цікавішим, якщо, крім доповідачів, у ньому братиме участь ще й група опонентів. Вона заздалегідь знайомиться з основними положеннями виступів учнів, готує питання, рецензує виступи.

Зазвичай семінар починається вступним словом учителя, який знайомить учнів із завданнями, котрі потрібно виконувати на уроці. Потім іде головна частина уроку — обговорення тематики семінару. Школярі самі підбивають підсумки семінару.

Семінари дозволяють формувати вміння володіти монологічною мовою та вести діалог.

► Інформаційні матеріали до семінару

Метаболізм, або обмін речовин, — це повний процес перетворення хімічних речовин в організмі, що забезпечують його ріст, розвиток, діяльність і життя в цілому.

Живий організм і його функціонування постійно залежать від навколишнього середовища. Інтенсивність обміну із зовнішнім середовищем і швидкість внутрішньоклітинних процесів обміну речовин підтримують сталість внутрішнього середовища й цілісність організму.

Обмін речовин складається із двох протилежних процесів, що протікають одночасно. Перший — анаболізм — об'єднує всі реакції, пов'язані із синтезом необхідних речовин, їхнім засвоєнням та використанням для росту, розвитку й життєдіяльності організму. Другий — катаболізм — включає реакції, пов'язані з розпадом речовин, їхнім окисненням та виведенням з організму продуктів розпаду.

Усі перетворення органічних речовин, процеси анаболізму й катаболізму тісно пов'язані між собою. Зокрема, процеси синтезу й розпаду взаємозалежні, координовані й регулюються нейрогормональними механізмами, що надають хімічним процесам належного напрямку. Не існує самостійного обміну білків, жирів, вуглеводів і нуклеїнових кислот. Усі перетворення об'єднані в цілісний процес метаболізму.

Сьогодні експериментально обґрунтовано існування чотирьох головних етапів розпаду молекул вуглеводів, білків і жирів, які інтегрують утворення енергії з основних харчових джерел.

На I етапі полісахариди розщеплюються до моносахаридів (зазвичай гексоз); жири розкладаються на гліцерол та вищі жирні кислоти, а білки — на вільні амінокислоти, які їх утворюють. Слід підкреслити, що зазначені процеси переважно є гідролітичними, тому енергія, яка вивільняється в невеликій кількості, майже цілком використовується організмами як тепло.

На II етапі мономерні молекули (гексози, гліцерол, жирні кислоти й амінокислоти) зазнають подальшого розпаду, у процесі якого утворюються багаті на енергію фосфатні сполуки та ацетил-КоА. Зокрема, при гліколізі гексози розщеплюються до піровиноградної кислоти й далі до ацетил-КоА. Цей процес супроводжується утворенням обмеженого числа багатих на енергію фосфатних зв'язків шляхом субстратного фосфорилування. На цьому етапі вищі жирні кислоти аналогічно розпадаються до ацетил-КоА, тимчасом як гліцерин окиснюється гліколітичним шляхом до піровиноградної кислоти й далі до ацетил-КоА.

Для амінокислот ситуація на II етапі трохи інакша. При переважному використанні амінокислот як джерела енергії (при дефіциті вуглеводів або при цукровому діабеті) деякі з них безпосередньо перетворюються в метаболіти лимоннокислого циклу (глутамат, аспартат), інші — опосередковано через глутамат (пролін, гістидин, аргінін), треті — у піруват і далі в ацетил-КоА (аланін, серин, гліцин, цистеїн). Нарешті, ряд амінокислот, зокрема лейцин, ізолейцин, розщеплюються до ацетил-КоА, а з фенілаланіну й тирозину, крім ацетил-КоА, утворюється оксалоацетат через фумарову кислоту. Як видно, II етап можна назвати етапом утворення ацетил-КоА, що є, по суті, єдиним (спільним) проміжним продуктом катаболізму основних харчових речовин у клітинах.

На III етапі ацетил-КоА (та деякі інші метаболіти, наприклад α -кетоглутарат, оксалоацетат) підлягають окисненню («згоранню») у циклі ди- і трикарбонових кислот Кребса. Окиснення супроводжується утворенням відновлених форм НАДН + H⁺ і ФАДН₂.

На IV етапі здійснюється перенесення електронів від відновлених нуклеотидів на кисень (через дихальний ланцюг). Він супроводжується утворенням кінцевого продукту — молекули води. Цей транспорт електронів пов'язаний із синтезом АТФ у процесі окисного фосфорилування.

Слід зазначити, що, крім взаємних переходів між різними класами речовин в організмі, доведено існування більш складних форм зв'язку. Зокрема, інтенсивність і напрям будь-якої хімічної реакції визначаються ферментами, тобто білками, які безпосередньо впливають на обмін ліпідів,

вуглеводів та нуклеїнових кислот. У свою чергу синтез будь-якого білка-ферменту потребує участі ДНК і всіх 3 типів рибонуклеїнових кислот: тРНК, мРНК та рРНК. Якщо до цього додати вплив гормонів, а також продуктів розпаду якого-небудь одного класу речовин (наприклад, біогенних амінів) на обмін інших класів органічних речовин, то стають зрозумілими надзвичайна узгодженість і скоординованість величезної різноманітності хімічних процесів, що відбуваються в організмі.

Енергія, утворена в процесах розпаду, витрачається на процеси синтезу білків, жирів і вуглеводів.

У живих організмів є безліч регулювальних механізмів, що здійснюють метаболічний контроль і забезпечують взаємоперетворення білків, ліпідів та вуглеводів.

Швидкість розпаду одних поживних речовин і біосинтезу інших визначається насамперед фізіологічним станом та потребами організму в енергії й метаболітах. Завдяки динамічності та координації метаболічної активності забезпечується макро- і мікроскопічна сталість усіх форм живого.

Упровадження в біологічні дослідження мічених атів дозволило в експериментах на тваринах установити, що у всіх тканинах і клітинах обмін речовин відбувається безупинно — жодної різниці між «будівельними» й «енергетичними» молекулами не існує. В організмі всі молекули так само беруть участь в обміні речовин. У середньому в людини кожні 80 днів змінюється половина всіх тканинних білків; ферменти печінки (у ній відбуваються особливо інтенсивні реакції) обновлюються через 2–4 години, а деякі — через кілька десятків хвилин.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

УРОК № 85

Тема уроку: Хімічні основи клітинного метаболізму. Джерела енергії для клітини.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про хімічні основи клітинного метаболізму та джерела енергії для клітини.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати хімічні основи клітинного метаболізму та джерела енергії для клітини.

Базові поняття гліколіз, бродіння.

й терміни:

Тип уроку: урок-семінар.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Обговорення питань семінару	38 хв.
1. Хімічні основи клітинного метаболізму.	
2. Джерела енергії для клітини.	
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Обговорення питань семінару

1. Хімічні основи клітинного метаболізму.
2. Джерела енергії для клітини.

► Інформаційні матеріали до семінару

У клітині протікає величезна кількість процесів синтезу.

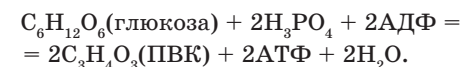
Структура синтезованих макромолекул має видову й індивідуальну специфічність. Набір характерних для клітини речовин відповідає послідовності нуклеотидів ДНК, що складають генотип. Для забезпечення реакцій синтезу клітина потребує істотних витрат енергії, одержуваної при розщепленні речовин.

Молекули білків функціонують в організмі від кількох годин до кількох днів. За цей період у них накопичуються порушення, і білки стають непридатними для виконання своїх функцій. Вони розщеплюються й замінюються на заново синтезовані.

Процес розщеплення глюкози в живих організмах називають гліколізом. На першій стадії гліколізу в лізосомах відбувається утворення простих органічних молекул шляхом розщеплення ди- і полісахаридів. Невелика кількість енергії, яка при цьому виділяється, розсіюється у вигляді тепла.

Другий етап гліколізу відбувається в цитоплазмі без участі кисню й називається анаеробним гліколізом — неповним окисненням глюкози без участі кисню.

Безкисневий гліколіз являє собою складний багатоступінчастий процес із десяти послідовних реакцій. Кожна реакція каталізується спеціальним ферментом. У підсумку глюкоза розщеплюється до піровиноградної кислоти (ПВК):



Глюкоза в цьому процесі не тільки розщеплюється, але й окиснюється (втрачає атоми Гідрогену). У м'язах людини й тварин дві молекули піровиноградної кислоти, отримуючи атоми Гідрогену, відновлюються в молочну кислоту $C_3H_6O_3$. Цим самим продуктом закінчується гліколіз у молочнокислих бактерій і грибків, який застосовують для приготування кисляку, кефіру, а також при силосуванні кормів у тваринництві. Процес перетворення піровиноградної кислоти в клітинах мікроорганізмів і рослин у стійкі кінцеві продукти називають бродінням.

Так, дріжджові грибки розщеплюють піровиноградну кислоту на етиловий спирт і вуглекислий газ. Цей процес, що має назву спиртове бродіння, використовують для приготування квасу, пива та вина. Бродіння інших мікроорганізмів закінчується утворенням ацетону, оцтової кислоти тощо.

Головним результатом анаеробного гліколізу у всіх організмах є утворення двох молекул АТФ. Енергія, що вивільняється при розщепленні глюкози, відносно невелика — 200 кДж/моль. Високоенергетичні зв'язки АТФ запасують 40 % цієї величини. Інші 60 % розсіюються у вигляді тепла. Основний вихід енергії та молекул АТФ відбувається на третьому, кисневому, етапі гліколізу, який іще називають аеробним диханням.

Кисневий гліколіз. За наявності достатньої кількості кисню подальший процес розщеплення піровиноградної кислоти відбувається вже не в цитоплазмі, а в мітохондріях і поєднує кілька десятків послідовних реакцій, кожна з яких обслуговується своїм комплексом ферментів.

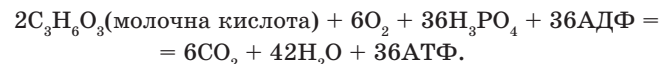
Молекули піровиноградної кислоти під дією ферментів (і коферменту НАД — нікотинамідаденіндинуклеотиду) поетапно окиснюються спочатку до оцтової кислоти, а потім у так званому циклі Кребса (або трикарбонових кислот) до вуглекислого газу й води (повільне горіння). У процесі окиснення утворюються складні молекулярні сполуки із приєднаними до них атомами Гідрогену. Молекули-переносники підхоплюють і переміщують електрони цих атомів по довгому ланцюгу ферментів від одного до іншого. На кожному кроці електрони вступають в окисно-відновні реакції й віддають свою енергію, що йде на переміщення протонів на зовнішній бік внутрішньої мембрани мітохондрії.

У результаті протони, що залишилися, і переміщені електрони опиняються по різні боки внутрішньої мембрани. На мембрані створюється різниця потенціалів.

Фермент, що синтезує АТФ (АТФ-синтетаза), вбудований у внутрішню мембрану по всій її товщині. Цей фермент має характерну рису: невеликий каналець у молекулярній структурі. При накопиченні на мембрані різниці потенціалів приблизно у 200 мВ йони H^+ починають просуватися через каналець у молекулі АТФ-синтетази. У процесі енергійного просування йонів через фермент відбувається синтез АТФ із АДФ за участю ортофосфатної кислоти.

У хімічних реакціях кисневого гліколізу вивільняється велика кількість енергії — 2600 кДж/моль. Істотна її частина (55 %) запасується у високоенергетичних зв'язках молекул АТФ, що утворюються. Інші 45 %

розсіюються у вигляді тепла (саме тому при виконанні фізичної роботи нам спекотно). Підсумкове рівняння кисневої стадії виглядає так:



Отже, киснєве розщеплення істотно збільшує ефективність енергетичного обміну й відіграє основну роль в акумуляванні енергії. Якщо гліколіз без участі кисню дає тільки 2 молекули АТФ, то кисневий гліколіз забезпечує синтез 36 молекул АТФ. У підсумку в повному циклі гліколізу на кожну молекулу глюкози утворюється 38 молекул АТФ.

При середньодобових енергетичних витратах 10 тис. кДж в організмі людини щодня синтезується близько 170 кг АТФ, а міститься всього близько 50 г АТФ, отже, поновлення запасу відбувається із частотою 3400 разів на добу!

При інтенсивній фізичній роботі клітини організму не встигають поповнитися киснем, і розщеплення глюкози обмежується безкисневим гліколізом. Унаслідок цього швидко накопичується молочна кислота — токсична для нервових і м'язових клітин сполука (пригадаймо м'язові болі після важкої роботи). Поява молочної кислоти збуджує дихальний центр і змушує нас швидко дихати. Насичення клітин киснем дозволяє організму відновити процес кисневого розщеплення, що забезпечує необхідну кількість енергії у вигляді молекул АТФ. Наступає «друге дихання».

Мітохондрії здатні використовувати для синтезу АТФ не тільки розщеплення глюкози. У їхньому матриксі містяться також ферменти, що розщеплюють жирні кислоти. Особливістю цього циклу є великий енергетичний вихід — 51 молекула АТФ на кожну молекулу жирної кислоти. Не випадково ведмеді та інші тварини, впадаючи в сплячку, запасують саме жири. Слід сказати, що частина запасеного жиру в цих звірів має бурий колір. Такі жирові клітини містять безліч мітохондрій незвичайної будови: їхні внутрішні мембрани пронизані порами. Йони Гідрогену вільно проходять крізь ці пори, і синтез АТФ у клітинах бурого жиру не відбувається. Уся енергія, що вивільняється в процесі кисневого розщеплення жирних кислот, виділяється у вигляді великої кількості тепла, яке зігріває тварин під час довгої зимової сплячки.

Бурий жир становить не більше 1–2 % маси тіла, але підвищує вироблення тепла до 400 Вт на кожний кілограм ваги. Запасують жир і верблюди. При постійному дефіциті вологи це вигідно вдвічі, оскільки наслідком розщеплення жирів є ще й велика кількість метаболічної води.

Крім глюкози та жирних кислот, мітохондрії здатні розщеплювати амінокислоти, але вони — дороге паливо. Амінокислоти є важливим будівельним матеріалом, з них організм синтезує свої білки. До того ж використання амінокислот для синтезу АТФ вимагає попереднього видалення аміногрупи NH_2 з утворенням токсичного амоніаку. Білки та амінокисло-

ти, з яких вони складаються, клітина використовує для отримання енергії тільки в крайньому разі.

Етиловий спирт так само може використовуватися мітохондріями для синтезу АТФ. Але спирт як «паливо» шкідливо впливає на організм людини: постійне вживання алкоголю призводить до важких розладів, наприклад, до жирового переродження печінки — цирозу.

Класифікація організмів за джерелом енергії та відновлювальних еквівалентів

Тип організмів	Джерело енергії	Окиснювана сполука (постачальник відновлювальних еквівалентів)	Приклади
Фотолітотрофи	Світло	Неорганічні сполуки (H_2O , H_2S , S)	Зелені клітини вищих рослин, ціанобактерії, фотосинтетичні бактерії
Фотоорганотрофи	Світло	Органічні сполуки	Пурпурові бактерії
Хемолітотрофи	Реакції окиснення	Неорганічні сполуки (H_2 , S , H_2S , NH_3 , Fe^{2+})	Сіркобактерії, денітрифікуючі бактерії, залізобактерії
Хемоорганотрофи	Реакції окиснення	Органічні сполуки	Тварини, більшість мікроорганізмів, нефотосинтетичні клітини рослин

Переважний шлях використання енергії, що вивільняється при біологічному окисненні, — це накопичення її в молекулах аденозинтрифосфornoї кислоти (АТФ) та інших макроергічних сполук.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

УРОК № 86

Тема уроку: Процеси біосинтезу в живій клітині. Спадкова інформація та генетичний код. Ген — спадковий чинник живої природи.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про процеси біосинтезу білка.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати біосинтез білка.

Базові поняття й терміни: матричний синтез, транскрипція, трансляція, ген.

Тип уроку: урок-семінар.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Обговорення питань семінару 38 хв.

1. Процеси біосинтезу в живій клітині.
2. Спадкова інформація та генетичний код.
3. Ген — спадковий чинник живої природи.

Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Обговорення питань семінару

1. Процеси біосинтезу в живій клітині.
2. Спадкова інформація та генетичний код.
3. Ген — спадковий чинник живої природи.

► Інформаційні матеріали до семінару

Одним із глобальних завдань сучасної біології та її новітніх розділів: молекулярної біології, біоорганічної хімії, фізико-хімічної біології — є з'ясування молекулярних основ і тонких механізмів синтезу білка, що містить сотні, а іноді й тисячі залишків L-амінокислот. Амінокислоти розташовуються у чітко визначеній послідовності, забезпечуючи тим самим унікальність структури синтезованої білкової молекули, що наділена унікальною функцією.

Установлено, що кодувальна система однозначно визначає первинну структуру, тимчасом як вторинна й третинна структури білкової молекули

визначаються фізико-хімічними властивостями та хімічною структурою радикалів амінокислот у поліпептиді.

Після того як було встановлено, що ДНК є носієм і сховищем спадкової інформації, постало питання про те, яким чином ця генетична інформація, записана в хімічній структурі ДНК, трансформується у фенотипічні ознаки та функціональні властивості живих організмів, що передаються в спадок. Сьогодні на це питання можна дати однозначну відповідь: генетична інформація програмує синтез специфічних білків, що визначають у свою чергу специфічність структури й функції клітин, органів та цілісного організму.

Як відомо, у природі існує два типи біополімерних макромолекул: так звані неінформативні біополімери (вони представлені повторюваними мономерними одиницями й/або розгалуженими структурами, наприклад полісахариди, полі-АДФ-рибоза, пептидоглікани, глікопротеїни) та інформативні біополімери, що несуть первинну генетичну інформацію (нуклеїнові кислоти) і вторинну генетичну, точніше фенотипічну, інформацію (білки).

Ці загальні уявлення можуть бути виражені такою послідовністю подій (потік інформації):

ДНК → РНК → Білок → Клітина → Організм.

Ще в 40-х роках було встановлено, що ДНК локалізована в ядрі клітини, тимчасом як синтез білка протікає головним чином у мікросомах цитоплазми. Перші експериментальні докази необхідності нуклеїнових кислот для синтезу білка були отримані в лабораторії Т. Касперсона. Було показано також, що наявні в цитоплазмі рибонуклеїнові кислоти контролюють синтез цитоплазматичних білків. У такий спосіб вимальовувалася картина тісного зв'язку між ДНК, локалізованої в ядрі, та синтезом білка, що протікає в цитоплазмі й регулюється рибонуклеїновими кислотами, які були відкриті як у цитоплазмі, так і в ядрі. На підставі цих суто морфологічних даних був зроблений висновок (він повністю підтверджений сьогодні) про те, що біосинтез білка, хоча безпосередньо й регулюється рибонуклеїновими кислотами, опосередковано пов'язаний з контролюючим впливом ДНК ядра й що РНК спочатку синтезується в ядрі, потім надходить у цитоплазму, де виконує роль матриці в синтезі білка.

Одержані значно пізніше експериментальні дані підтвердили гіпотезу про те, що основними функціями нуклеїнових кислот є зберігання генетичної інформації та реалізація цієї інформації шляхом програмованого синтезу специфічних білків.

У послідовності ДНК → РНК → Білок бракувало відомостей про те, яким чином відбуваються розшифровка спадкової інформації та синтез специфічних білків, що визначають широку різноманітність ознак живих істот. На сьогодні з'ясовані основні процеси, за допомогою яких здійснюється передача спадкової інформації: реплікація, тобто синтез ДНК на матриці ДНК; транскрипція, тобто синтез РНК на матриці ДНК або переклад мови й типу будови ДНК на молекулу РНК (див. раніше), і трансляція —

процес, у якому генетична інформація, що міститься в молекулі мРНК, спрямовує синтез відповідної амінокислотної послідовності в білку. Слід зазначити, що багато тонких механізмів транскрипції і трансляції остаточно ще не з'ясовані.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

УРОК № 87

Тема уроку: Властивості генетичного коду.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про властивості генетичного коду.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати особливості генетичного коду.

Базові поняття й терміни: триплет, кодон, генетичний код.

Тип уроку: урок-семінар.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Обговорення питань семінару	38 хв.
1. Генетичний код.	
2. Властивості генетичного коду.	
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Обговорення запитань семінару

1. Генетичний код.
2. Властивості генетичного коду.

► Інформаційні матеріали до семінару

Послідовність нуклеотидів ДНК задає послідовність амінокислот у білках — їхню первинну структуру. Молекули ДНК є матрицями для синтезу всіх білків.

Відрізок ДНК, що несе інформацію про первинну структуру конкретного білка, називають геном. Відповідну послідовність нуклеотидів — генетичним кодом білка.

Ідею про те, що спадкова інформація записана на молекулярному рівні, а синтез білків здійснюється за матричним принципом, уперше висловив у 1920-х роках російський біолог М. К. Кольцов. У наш час код ДНК повністю розшифрований. У цьому заслуга відомих учених: Г. Гамова (1954), а також Ф. Кріка, С. Очоа, М. Ніренберга, Р. Голлі та Г. Хорани (1961–1965). Значну частину властивостей генетичного коду з'ясував англійський фізик Ф. Крік, досліджуючи бактеріофаги.

Властивості генетичного коду.

Код триплетний. Кожна амінокислота в генетичному коді задається послідовністю трьох нуклеотидів — триплетом, або кодоном. Різних нуклеотидів у ДНК чотири, отже, теоретично можливих кодонів — 64. Більшості амінокислот відповідає від 2 до 6 кодонів — код, як кажуть, вироджений. Чим частіше амінокислота зустрічається в білках, тим, як правило, більшим числом кодонів вона кодується. Три кодони, що залишилися, разом з кодом метіоніну (АУГ) є розділовими знаками при зчитуванні інформації — указують початок і кінець матриць конкретних білків. Якщо білок має кілька полімерних ланцюгів (що утворюють окремі глобули), то розділові знаки виділяють поліпептидні ланки. Зчитування кожної ланки відбувається безупинно, без розділових знаків і пропусків — триплет за триплетом.

Код однозначний (він не перекривається і не має ком). Окрім триплетності, генетичний код наділений низкою інших характерних властивостей. Його кодони не перекриваються, кожний кодон починається з нового нуклеотиду, і жоден нуклеотид не може прочитуватися двічі. Будь-який кодон відповідає тільки одній амінокислоті.

Код універсальний. Генетичному коду властива універсальність для всіх організмів на Землі. Однакові амінокислоти кодуються одними й тими самими триплетами нуклеотидів у бактерій і людини, водоростей і птахів, черепах і мохів. Деякі відрізняються (на 1–5 кодонів) тільки коди мітохондрій деяких організмів, ряду дріжджів і бактерій.

Помилка хоча б в одному триплеті призводить до серйозних порушень в організмі. Наприклад, у хворих серпоподібною анемією (їхні еритроцити мають не дискову, а серпоподібну форму) із 574 амінокислот білка гемоглобіну одна амінокислота замінена іншою у двох місцях. У результаті цього білок має змінену третинну й четвертинну структури. Порушена геометрія активного центру, що приєднує кисень, не дозволяє гемоглобіну ефективно виконувати своє завдання — зв'язувати кисень у легенях і постачати ним клітини організму.

Генетичну інформацію від хромосом ядра до місця синтезу переносять іРНК: ДНК — іРНК — білок.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

УРОК № 88

Тема уроку: Матричний синтез ДНК, РНК, білків.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про матричний синтез.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати матричний синтез.

Базові поняття й терміни: матричний синтез, транскрипція, трансляція.

Тип уроку: урок-семінар.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Обговорення питань семінару 38 хв.

1. Матричний синтез ДНК.
2. Матричний синтез РНК.
3. Матричний синтез білків.

Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Обговорення питань семінару

1. Матричний синтез ДНК.
2. Матричний синтез РНК.
3. Матричний синтез білків.

► Інформаційні матеріали до семінару

Полімеризація й поліконденсація — це процеси, при яких будова полімеру, що утворюється, визначається іншими макромолекулами (матрицями), котрі перебувають у безпосередньому контакті з молекулами одного або кількох мономерів і зростаючих ланцюгів.

Прикладом матричного синтезу в живій природі є синтез нуклеїнових кислот і білків, у якому роль матриці виконують ДНК і РНК, а склад і порядок чергування ланок у зростаючому (дочірньому) ланцюзі однозначно визначаються складом та структурою матриці.

Термін «матричний синтез» зазвичай використовують при описі синтезу нуклеїнових кислот і білків.

Як правило, мономери зворотно зв'язуються з матрицею досить слабкими міжмолекулярними взаємодіями. дочірні ланцюги «упізнають» матрицю тільки після того, як досягнуть певної довжини, що залежить від енергії взаємодії між ланками матриці й дочірнього ланцюга.

«Упізнавання» матриці зростаючим ланцюгом — необхідна стадія матричного синтезу. дочірні ланцюги майже завжди містять фрагмент або фрагменти, що утворилися за звичайним механізмом, тобто без впливу матриці.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

УРОК № 89

Тема уроку: Біосинтез білка: умови й основні етапи

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про біосинтез білка.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати біосинтез білка.

Базові поняття й терміни: транскрипція, трансляція.

Тип уроку: урок-семінар.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Обговорення питань семінару	38 хв.
1. Транскрипція.	
2. Трансляція.	
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару	3 хв.

Організаційний етап

Обговорення запитань семінару

1. Транскрипція.
2. Трансляція.

► Інформаційні матеріали до семінару

Процес трансляції поділяють на ініціацію — упізнавання рибосомою стартового кодона й початок синтезу, елонгацію — власне синтез білка, термінацію — упізнавання термінуючого кодона (стоп-кодона) та відокремлення продукту.

Синтез білка здебільшого починається з АУГ-кодона, що кодує метіонін. Цей кодон зазвичай називають стартовим, або ініціаторним. Ініціація трансляції передбачає упізнавання рибосомою цього кодона й залучення ініціаторної аміноацил-тРНК. Для ініціації трансляції необхідна також наявність певних нуклеотидних послідовностей у ділянці стартового кодона.

Процес ініціації забезпечується спеціальними білками — факторами ініціації (англ. *initiation factors*, скорочено IF).

Механізми ініціації трансляції в прокаріотів та еукаріотів істотно відрізняються: прокаріотичні рибосоми потенційно здатні знаходити стартовий АУГ та ініціювати синтез на будь-яких ділянках мРНК.

В еукаріотів є два механізми знаходження рибосомою стартового АУГ. Найпоширеніший так званий скануючий механізм, при якому рибосома, рухаючись уздовж молекули мРНК від її 5'-кінця, «сканує» один кодон за одним, доки не зустрінеється з ініціаторним АУГ. Для залучення рибосоми до 5'-кінця мРНК потрібна спеціальна структура, кеп — 7-метилгуанін, прикріплений до 5'-кінцевого нуклеотиду мРНК.

Другий механізм еукаріотичної ініціації трансляції не потребує наявності кеп-структури й дозволяє ініціювати трансляцію із внутрішньої ділянки мРНК. Його називають IRES-залежним механізмом. IRES (від англ. *Internal Ribosomal Entry Site*, ділянка внутрішньої посадки рибосоми) — це ділянка мРНК, що володіє вираженою вторинною структурою, яка дозволяє їй спрямовувати рибосому на стартовий АУГ. За IRES-залежним механізмом ініціюється синтез лише на невеликій частині клітинних мРНК, а також на РНК деяких вірусів.

Елонгацію можна розділити на три стадії. Першу пептидильну ділянку (Р) рибосоми займає тРНК, що несе на 3'-кінці зростаючий пептидний ланцюг. Потім друга тРНК, з'єднана з відповідною амінокислотою, взаємодіє своїм антикодоном з кодоном мРНК, фіксованим на акцепторній ділянці.

тРНК зв'язується у вигляді комплексу із ГТФ-вмісним білком, фактором елонгації Tu. Дисоціація комплексу відбувається тільки після того, як зв'язаний ГТФ гідролізується до ГДФ і фосфату.

До гідролізу ГТФ взаємодія тРНК із мРНК відносно слабка. Отже, гідроліз ГТФ за участю комплексу служить лімітуючим фактором, що дає час для перевірки, чи правильно зв'язана тРНК.

Власне синтез пептидного зв'язку відбувається на наступній стадії. Ця стадія характеризується поступовим нарощуванням поліпептидного ланцюга.

Коли один зі стоп-кодонів потрапляє в А-ділянку, настає термінація трансляції, оскільки для стоп-кодонів немає відповідних тРНК. Замість цього з рибосомою зв'язуються два вивільнювані білкові фактори.

На одній нитці іРНК працюють відразу кілька рибосом. Наприклад, на іРНК, що містить інформацію про білок гемоглобін, розміщується до 5 рибосом, на деяких інших іРНК — до 20 рибосом.

Коли в активному центрі рибосоми опиняється один із трьох триплетів, що кодують розділові знаки між генами, синтез білка завершується. Вивільнена рибосома відправляється на іншу іРНК. Рибосоми універсальні й можуть синтезувати поліпептиди за будь-якою матрицею іРНК. Субодиниці рибосом з'єднуються тільки для синтезу білка, після закінчення синтезу вони знову роз'єднуються.

Синтез білка потребує високих енергетичних витрат. При приєднанні однієї амінокислоти до зростаючого поліпептиду гідролізуються чотири макроергічні зв'язки. Дві молекули АТФ гідролізуються при активації амінокислоти і дві молекули ГТФ витрачаються під час елонгації. Крім того, при ініціації й термінації на кожну молекулу білка витрачається по одній молекулі ГТФ.

У біохімії і молекулярній біології фолдингом білка (укладанням білка, від англ. *folding*) називають процес спонтанного згортання поліпептидного ланцюга в унікальну нативну просторову структуру (так звану третинну структуру).

Кожна молекула білка починає формуватися як поліпептид, трансльований з послідовності мРНК у вигляді лінійного ланцюжка амінокислот. Поліпептид не має стійкої тривимірної структури. Однак усі амінокислоти в ланцюжку мають певні хімічні властивості: гідрофобність, гідрофільність, електричний заряд. При взаємодії амінокислот одна з одною та клітинним оточенням виходить чітко окреслена тривимірна структура — конформація. Унаслідок цього на зовнішній поверхні білкової глобули формуються порожнини активних центрів, а також місця контактів субодиниць мультимерних білків один з одним та з біологічними мембранами.

У рідкісних випадках нативними можуть бути відразу дві конформації білка (так звані конформери). Вони можуть істотно відрізнятися й навіть виконувати різні функції.

Для стабілізації третинної структури багато білків у клітині підлягають посттрансляційній модифікації. Досить часто зустрічаються дисульфідні містки між просторово близькими ділянками поліпептидного ланцюга.

У фолдинзі беруть участь білки-шаперони. І хоча більшість щойно синтезованих білків можуть згортатися й за відсутності шаперонів, деяким із них обов'язково потрібна їхня наявність.

Механізм згортання білків до кінця не вивчений. Експериментальне визначення тривимірної структури білка незрідка є дуже складним і дорогим. Однак амінокислотна послідовність білка зазвичай відома. Тому

вчені пробують використовувати різні біофізичні методи, щоб передбачити повну структуру білка з його послідовності.

Багато білків — наприклад, травні ферменти — дуже активні й здатні перетравити саму клітину, тому синтезовані молекули білків одразу потрапляють в ендоплазматичну сітку (до мембрани якої прикріплені синтезуючі білки рибосоми) і по її каналах переміщуються до апарату Гольджі, а від нього в ту ділянку клітини або в ту частину організму, де потрібен цей вид білків.

Синтез небілкових сполук клітина здійснює у два етапи. Спочатку рибосоми здійснюють трансляцію специфічного білка-ферменту. Потім за його участю утворюється молекула необхідної сполуки — вуглеводу, жирів тощо. Подібним чином синтезуються й інші сполуки: вітаміни, небілкові гормони.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

УРОК № 90

Тема уроку: Біосинтез вуглеводів і ліпідів: основні реакції та умови перебігу.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про біосинтез вуглеводів і ліпідів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати синтез вуглеводів і ліпідів.

Базові поняття й терміни: синтез, вуглеводи, ліпіди, ферменти.

Тип уроку: урок-семінар.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Обговорення питань семінару	38 хв.
1. Біосинтез вуглеводів.	
2. Біосинтез ліпідів.	
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару	3 хв.

Організаційний етап

Обговорення запитань семінару

1. Біосинтез вуглеводів.
2. Біосинтез ліпідів.

► Інформаційні матеріали до семінару

Розщеплення вуглеводів.

При перетравлюванні вуглеводів у шлунково-кишковому тракті відбувається ферментативний гідроліз глікозидних зв'язків й утворення моносахаридів, головним з яких є глюкоза. Гідроліз крохмалю починається в порожнині рота за участю амілази слини, яка частково розщеплює внутрішні -1,4-глікозидні зв'язки, утворюючи менші за крохмаль молекули — декстрини. Далі гідроліз крохмалю продовжується у верхньому відділі кишечника під дією панкреатичної амілази, яка також розщеплює -1,4-глікозидні зв'язки. Унаслідок цього із крохмалю утворюються дисахаридні залишки мальтози й ізомальтози.

Гідроліз усіх дисахаридів відбувається на поверхні клітин кишечника й каталізується специфічними ферментами: сахаразою, лактозою, мальтозою та ізомальтозою. Ці глікозидази синтезуються в клітинах кишечника.

Усмоктування моносахаридів з кишечника в кров здійснюється шляхом полегшеної дифузії. Якщо концентрація глюкози в кишечнику невелика, то її транспорт може відбуватися за рахунок градієнта концентрації йонів Натрію, що створюється Na^+ , K^+ -АТФ-азою.

Глюкоза відіграє головну роль у метаболізмі, тому що саме вона є основним джерелом енергії. Глюкоза може перетворюватися майже в усі моносахариди, тим часом можливе й зворотне перетворення.

Із кров'ю ворітної вени велика частина глюкози (близько половини) з кишечника надходить у печінку, решта глюкози через загальне кров'яне русло транспортується в інші тканини. Транспорт глюкози в клітини має характер полегшеної дифузії, але регулюється в багатьох клітинах гормоном підшлункової залози — інсуліном, дія якого призводить до переміщення білків-переносників із цитозолі в плазматичну мембрану. Потім за допомогою цих білків глюкоза транспортується в клітину за градієнтом концентрації. Швидкість надходження глюкози в мозок та печінку не залежить від інсуліну й визначається тільки концентрацією її в крові. Ці тканини називають інсулінонезалежними.

Депонування й розпад глікогену

Глікоген — це основна форма депонування глюкози в клітинах тварин. У рослин цю саму функцію виконує крохмаль. Щодо структури глікоген, як і крохмаль, являє собою розгалужений полімер із глюкози.

Однак глікоген більш розгалужений і компактний. Розгалуження забезпечує швидке вивільнення при розпаді глікогену великої кількості кінцевих мономерів. Синтез і розпад глікогену не є перетворенням одне в одного, ці процеси відбуваються різними шляхами.

Глікоген синтезується в період травлення (упродовж 1–2 годин після прийому вуглеводної їжі). Глікогенез особливо інтенсивно протікає в печінці й скелетних м'язах.

Молекула глікогену містить близько 1 млн залишків глюкози, отже, на синтез витрачається значна кількість енергії. Необхідність перетворення глюкози в глікоген пов'язана з тим, що накопичення значної кількості глюкози в клітині призвело б до підвищення осмотичного тиску, оскільки глюкоза — це речовина, яка добре розчиняється. Тим часом глікоген міститься в клітині у вигляді гранул і малорозчинний. Розпад глікогену — глікогеноліз — відбувається в період між прийомами їжі.

Фізіологічне значення глікогенолізу в печінці й у м'язах різне. М'язовий глікоген є джерелом глюкози для самої клітини. Глікоген печінки використовується переважно для підтримання фізіологічної концентрації глюкози в крові. Відмінності зумовлені тим, що в клітині печінки наявний фермент глюкозо-6-фосфатаза, яка каталізує відщеплення фосфатної групи й утворення вільної глюкози, після чого глюкоза надходить у кров'яне русло. У клітинах м'язів немає цього ферменту, і розпад глікогену відбувається тільки до утворення глюкозо-6-фосфату, який потім використовується в клітині.

Біосинтез глюкози — глюконеогенез

Глюконеогенез — це синтез глюкози з неуглеводних попередників. У ссавців цю функцію виконує в основному печінка, у меншій мірі — нирки й клітини слизової оболонки кишечника.

Запасів глікогену в організмі достатньо для задоволення потреб у глюкозі в період між прийомами їжі. При вуглеводному або повному голодуванні, а також в умовах тривалої фізичної праці концентрація глюкози в крові підтримується за рахунок глюконеогенезу. У цей процес можуть бути залучені речовини, які здатні перетворитися в піруват або будь-який інший метаболіт глюконеогенезу.

Співвідношення процесів синтезу глікогену, розпаду глікогену й гліколізу в м'язах контролюють інсулін та адреналін.

Ліпідний обмін

Ліпіди є обов'язковою складовою частиною збалансованого харчового раціону людини. У середньому в організм дорослої людини з їжею щодоби надходить 60–80 г жирів тваринного й рослинного походження. У літньому віці, а також при незначному фізичному навантаженні потреба в жирах знижується, в умовах холодного клімату й при важкій фізичній праці — збільшується.

Енергетична цінність жирів вища, ніж білків і вуглеводів. Відомо, що при окисненні 1 г жирів організм одержує 38,9 кДж (9,3 ккал), тоді як при окисненні 1 г білків або вуглеводів — 17,2 кДж (4,1 ккал). Окрім того, жири є розфакторами вітамінів А, D, Е і К, у зв'язку із чим забезпеченість організму цими вітамінами в значній мірі залежить від надходження жирів у складі їжі. З жирами в організм надходять і деякі поліненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова, арахідонова), які належать до категорії незамінних (есенціальних) жирних кислот, тому що тканини людини й ряду

тварин втратили здатність їх синтезувати. Ці кислоти умовно об'єднані в групу за назвою «вітамін F».

Утворення запасів жиру в організмі людини й деяких тварин розглядають як пристосування до нерегулярного харчування й до існування в холодному середовищі. Особливо великий запас жиру у тварин, які впадають у тривалу сплячку (ведмеді, байбаки) і пристосованих до існування в умовах холоду (моржі, тюлені). У плода жир майже відсутній і з'являється тільки перед народженням.

Перетравлювання екзогенного жиру обов'язково потребує попереднього емульгування. Деякі харчові жири надходять в організм уже в емульгованій формі, наприклад молочний жир. Для інших необхідне емульгування за допомогою спеціальних речовин — емульгаторів (детергентів).

В організмі людини емульгаторами є жовчні кислоти. Це речовини стероїдної природи. Вони синтезуються в печінці з холестерину шляхом окиснення у дві первинні жовчні кислоти: холеву та хенодзоксихолеву, які потім зв'язуються з амінокислотними залишками гліцину й таурину. Так утворюються кон'юговані жовчні кислоти. Гідрофобним компонентом усіх жовчних кислот є похідне холестерину. У складі жовчі жовчні кислоти надходять у дванадцятипалу кишку й активують панкреатичну ліпазу.

Перетравлювання жирів — це гідроліз складноефірних зв'язків. Існує три ферменти, що каталізують цей процес.

Язикова ліпаза. Виробляється клітинами слизової оболонки задньої частини язика. Дія цього ферменту проявляється тільки в шлунку (раніше вважали, що це — шлункова ліпаза). Язикова ліпаза може перетравлювати вже емульгований жир. Її *pH*-оптимум — 4–5. Тому в шлунку дорослої людини язикова ліпаза неактивна. Насправді жири перетравлюються язиковою ліпазою лише в немовлят. У дорослих людей перетравлювання жиру відбувається тільки в кишечнику за такою схемою: «виділення жовчі — емульгування жиру — дія панкреатичної ліпази».

Панкреатична ліпаза. Сам по собі цей фермент має дуже низьку активність. Але в підшлунковій залозі виробляється білок, який, потрапляючи в кишечник, здатний активувати панкреатичну ліпазу. Назва цього білка — «коліпаза». Коліпаза виробляється у вигляді неактивного попередника — проколіпази, що активується трипсином у кишечнику. Коліпаза не є класичним активатором, вона лише зв'язує субстрат і наближає його до активного центру ліпази.

Утворені жирні кислоти й моноацилгліцерини можуть всмоктуватися в кишкову стінку.

Естераза ліпідів. Під дією цього ферменту частина моноацилгліцеринів може підлягати гідролізу з утворенням гліцеролу й жирних кислот.

Отже, продуктами перетравлювання жиру є гліцерол, жирні кислоти й моноацилгліцерини. Усмоктовуються продукти перетравлювання шляхом попереднього утворення змішаних міцел із жовчними кислотами. Міцели потрапляють в ентероцити. Там з компонентів міцел знову утворюються триацилгліцерини, а жовчні кислоти по системі ворітної вени повертаються в печінку й можуть знову надходити в жовч. Цей процес називають рециркуляцією жовчних кислот.

Процес синтезу жиру в ентероцитах з компонентів міцел називають ресинтезом жиру. У процесі ресинтезу відбувається утворення жирів, близьких за складом до жирів організму. Потім з ресинтезованого жиру, інших ліпідів та апобілків формуються ліпопротеїнові частинки — хіломікрони.

Хіломікрон побудований так само, як і інші ліпопротеїни. Це невелика жирова крапля: у її центрі перебувають триацилгліцероли, що є переважним компонентом частинки й становить 80 % маси хіломікрона. На периферії розташовані шари фосfolіпідів (8 % маси) та шари апобілків (2 % маси), два з яких — А і В48 синтезуються на рибосомах ентероцита, які чергуються. Решта 10 % маси припадає на холестерин та його ефіри. Поверхня хіломікрона гідрофільна: гідрофільні частинки білків і фосfolіпідів перебувають на поверхні частинки.

Розміри хіломікрона настільки великі, що він не може пройти крізь пори, наявні в стінках кровоносних капілярів, шляхом екзоцитозу. Тому шляхом екзоцитозу хіломікрони надходять у лімфу. Через неї вони потрапляють у велике коло кровообігу, оминаючи печінку.

Після вживання в їжу жиру в крові підвищується вміст хіломікронів. До функцій хіломікронів належать: доставка харчового (екзогенного) жиру з кишечника в інші тканини (головним чином у жирову тканину) й транспорт екзогенного холестерину з кишечника в печінку.

Жир може синтезуватися як із продуктів розпаду жиру, так і з вуглеводів. Синтез ендogenous жиру з вуглеводів протікає в печінці й у жировій тканині.

Обмін вуглеводів і обмін жирів тісно пов'язані між собою. Вуглеводи легко можуть перетворюватися на жири, а от перетворення жирів на вуглеводи неможливе. Жири не можуть перетворюватися у вуглеводи, оскільки ацетил-КоА не може перетворюватися на піруват. Обмін жирів і вуглеводів поєднується як енергетичний обмін, що перебуває під контролем гормонів.

Основним гормоном, що регулює ліпогенез, є інсулін. Інсулін стимулює синтез жиру і біосинтез ферментів, що каталізують утворення ацил-КоА й триацилгліцеринів. Інсулін також стимулює біосинтез ферментів, що обслуговують обмін ліпідів — ферментів ГМФ-шляху розпаду вуглеводів та яблучного ферменту. Тому виснаженням хворим уводять глюкозу одночасно з інсуліном з метою збільшення жирових запасів.

Жири зберігаються до моменту їхнього використання. Катаболізм жиру здійснюється в три етапи.

1. Гідроліз жиру до гліцеролу й жирних кислот (ліполіз).
2. Перетворення гліцеролу й жирних кислот в ацетил-КоА.
3. Спільний шлях — цикл трикарбонових кислот.

Процес ліполізу відомий як мобілізація жиру. Мобілізація жиру — це реакція гідролізу жиру до гліцеролу й жирних кислот. Це ферментативний процес. Здійснюють його два ферменти: ліпаза жирової тканини й моногліцеридліпаза.

Ключовим ферментом є ліпаза жирової тканини. Вона регулюється гормонами, тому часто її називають гормончутливою ліпазою.

Усі гормони, що впливають на мобілізацію жиру, можна розділити на дві групи: гормони прямої дії (адреналін, соматотропний гормон гіпофіза, інсулін) і гормони непрямой дії (глюкокортикостероїди, статеві гормони, лептін).

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

УРОКИ № 91–93

Тема уроку: Енергетичний обмін у клітині. Біологічне окиснення — основа енергетичного обміну. Анаеробне окиснення: хімічні основи та біологічне значення гліколізу й бродіння. Аеробне окиснення: основні реакції, умови перебігу, локалізація в клітині.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про енергетичний обмін у клітині.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати енергетичний обмін у клітині.

Базові поняття й терміни: енергетичний обмін, біологічне окиснення.

Тип уроку: урок-семінар.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Обговорення питань семінару 80 хв.

1. Енергетичний обмін у клітині.
2. Етапи енергетичного обміну.
3. Біологічне окиснення — основа енергетичного обміну.
4. Анаеробне окиснення: хімічні основи та біологічне значення гліколізу й бродіння.
5. Аеробне окиснення: основні реакції, умови перебігу, локалізація в клітині.

Домашнє завдання 1–2 хв.

Підбиття підсумків семінару 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Обговорення запитань семінару

1. Енергетичний обмін у клітині.
2. Етапи енергетичного обміну.
3. Біологічне окиснення — основа енергетичного обміну.
4. Анаеробне окиснення: хімічні основи та біологічне значення гліколізу й бродіння.
5. Аеробне окиснення: основні реакції, умови перебігу, локалізація в клітині.

► Інформаційні матеріали до семінару

Анаероби — це організми, що отримують енергію за відсутності доступу кисню шляхом прискореного, але неповного розщеплення поживних речовин.

До анаеробів належать мікроорганізми — група прокаріотів і деякі найпростіші, макроорганізми — гриби, водорості, рослини та деякі тварини (клас форамініфери, більшість гельмінтів). Анаеробне окиснення глюкози відіграє важливу роль у роботі поперечносмугастої мускулатури тварин і людини (особливо в стані тканинної гіпоксії).

Термін «анаероби» запровадив Луї Пастер, який відкрив у 1861 році бактерії маслянокислого бродіння.

Анаеробне дихання — це сукупність біохімічних реакцій, що протікають у клітинах живих організмів за відсутності в середовищі універсального окисника — молекулярного кисню і належать до процесів енергетичного обміну, які характеризуються окисненням вуглеводів, ліпідів та амінокислот до низькомолекулярних сполук.

Анаеробів поділяють на факультативних та облигатних.

Аеробні організми — це організми, здатні жити й розвиватися тільки за наявності в середовищі вільного кисню, який вони використовують як окисник.

До аеробних організмів належать усі рослини, більшість найпростіших і багатоклітинних тварин, майже всі гриби, тобто переважна більшість відомих видів живих істот. У тварин життя за відсутності O_2 (анаеробіоз) зустрічається як вторинне пристосування.

Аеробні організми здійснюють біологічне окиснення переважно за допомогою системи клітинного дихання, до складу якої входять цитохроми. У зв'язку з утворенням при окисненні токсичних продуктів неповного відновлення O_2 аеробні організми мають ряд ферментів, котрі забезпечують їхнє розкладання й відсутні або слабо функціонують в облигатних анаеробів, для яких O_2 стає внаслідок цього токсичним.

Найбільш різноманітний дихальний ланцюг у бактерій, що мають не тільки цитохромоксидазу, але й інші термінальні оксидази. Особливе місце серед аеробних організмів посідають організми, здатні до фотосинтезу: ціанобактерії, водорості, судинні рослини. O_2 , що виділяють ці організми, забезпечує розвиток усіх інших аеробних організмів. Організми, які здатні розвиватися при низькій концентрації O_2 (≤ 1 мг/л), називають мікроаерофілами.

Домашнє завдання

Прочитати відповідні параграфи підручника, дати відповіді на запитання після параграфів.

Підбиття підсумків семінару

УРОК № 94

Тема уроку: Фотосинтез, його роль у природі. Історія вивчення фотосинтезу. Роботи К. Тимірязєва.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про фотосинтез.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати етапи фотосинтезу.

Базові поняття й терміни: фотосинтез, світлова фаза, темнова фаза, фіксація вуглецю.

Тип уроку: урок-семінар.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Обговорення питань семінару	38 хв.
1. Фотосинтез, його роль у природі.	
2. Історія вивчення фотосинтезу.	
3. Роботи К. Тимірязєва.	
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Обговорення запитань семінару

1. Фотосинтез, його роль у природі.
2. Історія вивчення фотосинтезу.
3. Роботи К. Тимірязєва.

► Інформаційні матеріали до семінару

Автотрофні організми.

На відміну від людини й тварин, усі зелені рослини й частина бактерій здатні синтезувати органічні речовини з неорганічних. Такий тип обміну

речовин називають автотрофним. Залежно від виду енергії, яку автотрофи використовують для синтезу органічних молекул, їх поділяють на фототрофи та хемотрофи. Фототрофи використовують енергію сонячного світла, а хемотрофи — хімічну енергію, що вивільняється при окисненні ними різних неорганічних сполук.

Зелені рослини є фототрофами. Їхні хлоропласти містять хлорофіл, що дозволяє рослинам здійснювати фотосинтез — перетворення енергії сонячного світла в енергію хімічних зв'язків синтезованих органічних сполук.

Упродовж тисячоліть люди вважали, що рослина живиться тільки завдяки кореням, поглинаючи з їхньою допомогою всі необхідні речовини із ґрунту. Перевірити цю точку зору взявся на початку XIX століття голландський натураліст Ян ван Гельмонт. Він зважив землю в горщику й посадив туди пагін верби. Упродовж п'яти років учений поливав деревце, а потім висушив землю й зважив її й рослину. Верба важила сімдесят п'ять кілограмів, а вага землі змінилася всього на кілька сотень грамів. Висновок ученого був такий: рослини отримують поживні речовини насамперед не з ґрунту, а з води.

На два століття в науці затвердилася теорія водного живлення рослин. Листя, за цією теорією, лише допомагало рослині випаровувати зайву вологу.

Наприкінці XVIII століття англійський учений Джозеф Прістлі повідомив, що він «випадково виявив метод виправлення повітря, яке було зіпсоване горінням свічок». 17 серпня 1771 року Прістлі «...помістив живу гілочку м'яти в закриту посудину, у якій горіла воскова свічка», а 21 числа того ж таки місяця виявив, що «...інша свічка знову могла горіти в цій самій посудині». «Виправним початком, яким для цих цілей користується природа, — думав Прістлі, — була рослина». Він розширив свої спостереження й незабаром показав, що повітря, «яке виправляла» рослина, не було «зовсім не підходящим для миші».

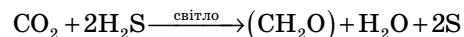
Досліди Прістлі вперше дозволили пояснити, чому повітря на Землі залишається «чистим» і може підтримувати життя, незважаючи на горіння сили-силенної вогнів і дихання безлічі живих організмів. Він говорив: «Завдяки цим відкриттям ми впевнені, що рослини ростуть не дарма, а очищають і облагороджують нашу атмосферу».

Пізніше голландський лікар Ян Інгенхауз (1730–1799) підтвердив досліди Прістлі й показав, що повітря «виправляється» тільки на сонячному світлі й тільки зеленими частинами рослини.

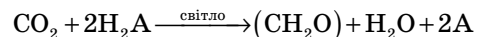
У 1796 році Інгенхауз припустив, що вуглекислота розкладається при фотосинтезі на C і O₂, а O₂ виділяється у вигляді газу. Пізніше було виявлено, що співвідношення атомів Карбону, Гідрогену й Оксигену в цукрах та крохмалі таке, що один атом Карбону припадає на одну молекулу води, на що й указує слово «вуглеводи». Вважалося загальноприйнятим, що вуглеводи утворюються із C та H₂O, а O₂ виділяється з вуглекислоти. Ця цілком розумна гіпотеза була визнана багатьма вченими, але, як з'ясувалося пізніше, вона була зовсім невірною.

Дослідником, який спростував цю загальноприйняту теорію, був Корнеліус ван Ніль зі Стенфордського університету, коли він, будучи ще

студентом-дипломником, досліджував метаболізм різних фотосинтетичних бактерій. Одна група таких бактерій, а саме: пурпурові сірчані бактерії, відновлює С до вуглеводів, але не виділяє O_2 . Пурпуровим сірчанам бактеріям для фотосинтезу потрібен сірководень. У результаті фотосинтезу всередині бактеріальних клітин накопичуються частинки сірки. Ван Ніль виявив, що для цих бактерій рівняння фотосинтезу може бути записане так:



Цей факт не привертав уваги дослідників доти, доки ван Ніль не зробив сміливого повідомлення й не запропонував такого сумарного рівняння фотосинтезу:



У цьому рівнянні H_2A являє собою або воду, або іншу окиснювану речовину, наприклад сірководень або вільний H_2 . У зелених рослин і водоростей $H_2A = H_2O$.

Сьогодні відомо, що фотосинтез проходить дві стадії, але тільки одна з них — на світлі. Докази двостадійності процесу вперше отримав у 1905 році англійський фізіолог рослин Ф. Ф. Блеклін, який досліджував вплив освітленості й температури на обсяг фотосинтезу.

На підставі експериментів Блеклін зробив такі висновки:

1. Є одна група світлозалежних реакцій, що не залежать від температури. Обсяг цих реакцій у діапазоні низьких освітленостей міг зростати зі збільшенням освітленості, але не зі збільшенням температури.
2. Є друга група реакцій, що залежать від температури, а не від світла. З'ясувалося, що обидві групи реакцій потрібні для здійснення фотосинтезу. Збільшення обсягу тільки однієї групи реакцій збільшує обсяг усього процесу, але тільки до того моменту, доки друга група реакцій не почне стримувати першу. Після цього слід прискорити другу групу реакцій, щоб перші могли протікати без обмежень.

Отже, було показано, що обидві стадії світлозалежні: «світлова й темнова». Важливо пам'ятати, що темнові реакції нормально проходять на світлі й мають потребу в продуктах світлової стадії. Вираз «темнові реакції» означає, що світло як таке участі в них не бере.

Процес фотосинтезу все більше й більше привертає до себе увагу вчених. Наука близька до розв'язання найважливішої проблеми: штучного створення за допомогою світлової енергії цінних органічних речовин із широко розповсюджених неорганічних речовин. Проблему фотосинтезу посилено розробляють ботаніки, хіміки, фізики та інші фахівці.

Фотосинтез — це єдиний процес у біосфері, що веде до збільшення її вільної енергії за рахунок зовнішнього джерела. Запасена в продуктах фотосинтезу енергія — це основне джерело енергії для людства. Щорічно в результаті фотосинтезу на Землі утворюється 150 млрд тонн органічної речовини й виділяється близько 200 млн тонн вільного кисню.

Кругообіг Оксигену, Карбону та інших елементів, що беруть участь у фотосинтезі, підтримує сучасний склад атмосфери, необхідний для життя

на Землі. Фотосинтез перешкоджає збільшенню концентрації CO_2 , запобігаючи перегріванню Землі внаслідок так званого «парникового ефекту».

Оскільки зелені рослини являють собою безпосередню або опосередковану базу живлення всіх інших гетеротрофних організмів, фотосинтез задовольняє потребу в їжі всього живого на нашій планеті. Фотосинтез — найважливіша основа сільського й лісового господарства.

Важливий внесок у вивчення фотосинтезу зробив К. А. Тимірязєв.

Климент Аркадійович Тимірязєв народився у Петербурзі в 1843 році. У 1861 році він вступив до Петербурзького університету на камеральний факультет, потім перейшов на фізико-математичний, курс якого закінчив у 1866 році зі ступенем кандидата й був удостоєний золотої медалі за працю «Про печінкові мохи».

У 1871 році Тимірязєв захистив магістерську дисертацію «Спектральний аналіз хлорофілу» і був призначений професором Петровської сільськогосподарської академії в Москві. Тут він читав лекції з усіх розділів ботаніки, поки не був залишений за штатом у зв'язку із закриттям академії в 1892 році. У 1875 році Тимірязєв одержав ступінь доктора ботаніки за роботу «Про засвоєння світла рослиною». У 1877 році його запросили до Московського університету на кафедру анатомії і фізіології рослин. Учений читав також лекції на жіночих «колективних курсах» у Москві. Крім того, Климент Аркадійович був головою ботанічного відділення Товариства аматорів природознавства при Московському університеті.

Наукові праці Тимірязєва відзначаються точністю методів і витонченістю експериментальної техніки. Вони присвячені питанню про розклад атмосферної вуглекислоти зеленими рослинами під впливом сонячної енергії.

Основною тематикою робіт К. А. Тимірязєва було:

- вивчення складу й оптичних властивостей зеленого пігменту рослин (хлорофілу), його генезису;
- вивчення фізичних та хімічних умов розкладу вуглекислоти;
- визначення складових частин сонячного променя, що беруть участь у фотосинтезі;
- вивчення кількісного відношення між поглиненою енергією та виконаною роботою.

Климент Тимірязєв перший запровадив у Росії досліди з культурою рослин у штучних ґрунтах. Перша теплиця задля цієї мети була створена ним у Петровській академії ще на початку 70-х років, невдовзі після появи цього роду пристосувань у Німеччині. Пізніше таку саму теплицю Тимірязєв обладнав на Всеросійській виставці в Нижньому Новгороді.

За видатні наукові заслуги Климент Аркадійович Тимірязєв отримав звання члена-кореспондента Академії наук, почесного члена Харківського та Санкт-Петербурзького університетів, Вільного економічного товариства й багатьох інших учених товариств та установ.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

Тема уроку: Фотосинтетичні пігменти. Хроматографічний метод і метод мічених атомів у дослідженні фотосинтезу. *п-зв'язки в молекулі хлорофілу та їхнє значення. Поняття про фотосистеми.*

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про фотосинтетичні пігменти й фотосистеми.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати фотосинтетичні пігменти й фотосистеми.

Базові поняття й терміни: фотосинтетичні пігменти, фотосистеми.

Тип уроку: урок-семінар.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Обговорення питань семінару	38 хв.
1. Фотосинтетичні пігменти.	
2. Хроматографічний метод і метод мічених атомів у дослідженні фотосинтезу.	
3. <i>п-зв'язки в молекулі хлорофілу та їхнє значення.</i>	
4. Поняття про фотосистеми.	
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Обговорення запитань семінару

1. Фотосинтетичні пігменти.
2. Хроматографічний метод і метод мічених атомів у дослідженні фотосинтезу.
3. *п-зв'язки в молекулі хлорофілу та їхнє значення.*
4. Поняття про фотосистеми.

► Інформаційні матеріали до семінару

Для того щоб світло могло впливати на рослинний організм і, зокрема, бути використаним у процесі фотосинтезу, необхідно, аби його поглинали фоторецептори-пігменти.

Пігменти — це забарвлені речовини, які поглинають світло певної довжини хвилі. Непоглинені ділянки сонячного спектра відбиваються, що

й обумовлює забарвлення пігментів. Так, зелений пігмент хлорофіл поглинає червоні й сині промені, тимчасом як зелені промені в основному відбиваються.

Видима частина сонячного спектра включає довжини хвиль від 400 до 700 нм. Речовини, що поглинають усю видиму ділянку спектра, здаються чорними.

Склад пігментів залежить від систематичного положення групи організмів. У фотосинтетичних бактерій і водоростей пігментний склад дуже різноманітний (хлорофіли, бактеріохлорофіли, бактеріородопсин, каротиноїди, фікобіліни). Їхній набір та співвідношення специфічні для різних груп і багато в чому залежать від середовища існування організмів. Пігменти фотосинтезу у вищих рослин значно менш різноманітні. Пігменти, сконцентровані в пластидах, можна розділити на три групи: хлорофіли, каротиноїди, фікобіліни.

Найважливішу роль у процесі фотосинтезу відіграють зелені пігменти — хлорофіли. У 1818 році французькі вчені П. Пелетьє і Ж. Кавенту виділили з листя зелену речовину й назвали її хлорофілом (від грец. *chloros* — зелений і *phyllon* — листок).

Сьогодні відомо близько десяти хлорофілів. Вони відрізняються за хімічною будовою, забарвленням, поширенням серед живих організмів. У всіх вищих рослин містяться хлорофіли *a* і *b*. Хлорофіл *c* виявлений у діатомових водоростях, хлорофіл *d* — у червоних водоростях. Окрім того, відомо чотири бактеріохлорофіли (*a*, *b*, *c* і *d*), що містяться в клітинах фотосинтетичних бактерій.

У клітинах зелених бактерій є бактеріохлорофіли *c* і *d*, у клітинах пурпурових бактерій — бактеріохлорофіли *a* і *b*.

Основними пігментами, без яких фотосинтез не відбувається, є хлорофіл *a* — для зелених рослин і бактеріохлорофіли — для бактерій.

Уперше точне уявлення про пігменти зеленого листя вищих рослин було отримане завдяки працям видатного російського ботаніка М. С. Цвета (1872–1919). Він розробив новий хроматографічний метод поділу речовин і виділив пігменти листя в чистому вигляді.

За хімічною будовою хлорофіли — це естери дикарбонової органічної кислоти — хлорофіліну й двох залишків спиртів — фітолу й метилового.

Здатність до окисно-відновних реакцій пов'язана з наявністю в молекулі хлорофілу сполучених подвійних зв'язків з рухливими *п*-електронами й атомів Нітрогену з неподіленими електронами. Нітроген пірольних ядер може окиснюватися (віддавати електрон) або відновлюватися (приєднувати електрон).

У 1960 році Р. Б. Вудворд здійснив повний синтез хлорофілу.

Добутий із листя хлорофіл легко реагує як з кислотами, так і з лугами. При взаємодії з лугом відбувається омилення хлорофілу, у результаті чого утворюються два спирти і лужна сіль кислоти хлорофіліну. При взаємодії зі слабкою кислотою добутий хлорофіл втрачає зелений колір, утворюється сполука феофітин, у якій атом Магнію в центрі молекули заміщений на два атоми Гідрогену.

Дослідження показали, що властивості хлорофілу, який міститься в листі й який добутий з листя, різні, тому що в листі він перебуває в комплексній сполуці з білком.

Щонайважливіше значення для утворення хлорофілу мають умови мінерального живлення. Насамперед, потрібна достатня кількість Феруму. При нестачі Феруму листя навіть дорослих рослин втрачає забарвлення. Це явище називають хлорозом. Ферум — це важливий каталізатор утворення хлорофілу. Він необхідний на етапі синтезу 5-амінолевулінової кислоти, а також синтезу протопорфірину. Велике значення для забезпечення синтезу хлорофілу має нормальне постачання рослин Нітрогеном і Магнієм, оскільки обидва ці елементи містяться у складі хлорофілу. При нестачі Купруму хлорофіл легко руйнується.

Поряд із зеленими пігментами в хлоропластах і хроматофорах містяться пігменти, що належать до групи каротиноїдів.

Каротиноїди — це жовті й жовтогарячі пігменти аліфатичної будови, похідні ізопрену. Каротиноїди містяться у всіх вищих рослинах і в багатьох мікроорганізмах. Це найпоширеніші пігменти з різноманітними функціями. Каротиноїди, що містять Оксиген, називають ксантофілами.

Основними представниками каротиноїдов у вищих рослин є два пігменти — каротин (жовтогарячий) і ксантофіл (жовтий). На відміну від хлорофілів каротиноїди не поглинають червоні промені, а також не мають здатності до флуоресценції. Подібно до хлорофілу каротиноїди в хлоропластах і хроматофорах перебувають у вигляді нерозчинних у воді комплексів з білками.

Установлено, що каротиноїди сприяють використанню променів, які хлорофілом не поглинаються. Фізіологічна роль каротиноїдов не обмежується їхньою участю в передачі енергії на молекули хлорофілу. На світлі відбувається взаємоперетворення ксантофілів (віолаксантин перетворюється в зеаксантин), що супроводжується виділенням кисню. Спектр дії цієї реакції збігається зі спектром поглинання хлорофілу, що дозволило висловити припущення про її участь у процесі розкладу води й виділення кисню при фотосинтезі.

Є дані, що каротиноїди виконують захисну функцію, убезпечуючи різні органічні речовини, у першу чергу молекули хлорофілу, від руйнування на світлі в процесі фотоокиснення.

Фікобіліни — це червоні й сині пігменти, що містяться в ціанобактеріях і деяких водоростях. В основі хімічної будови фікобілінів лежать чотири пірольні групи. На відміну від хлорофілу у фікобілінів пірольні групи розташовані у вигляді відкритого ланцюжка. Фікобіліни представлені пігментами: фікоціаніном, фікоеритрином та алофікоціаніном.

Фікоеритрин — це окиснений фікоціанін. Червоні водорості в основному містять фікоеритрин, а ціанобактерії — фікоціанін.

Фікобіліни утворюють міцні сполуки з білками (фікобіліпротеїни). Зв'язок між фікобілінами й білками руйнується тільки кислотою. Припускають, що карбоксильні групи пігменту зв'язуються з аміногрупами білка.

Слід зазначити, що на відміну від хлорофілів і каротиноїдів, розташованих у мембранах, фікобіліни концентруються в особливих гранулах (фікобілісомах), тісно пов'язаних із мембранами тилакоїдів.

Фікобіліни поглинають промені в зеленій і жовтій частинах сонячного спектра. Це та частина спектра, що перебуває між двома основними лініями поглинання хлорофілу. Фікоеритрин поглинає промені з довжиною хвилі 495–565 нм, а фікоціанін — 550–615 нм. Порівняння спектрів поглинання фікобілінів зі спектральним складом світла, у якому здійснюється фотосинтез у ціанобактерій і червоних водоростей, показує, що вони дуже близькі. Це дозволяє вважати, що фікобіліни поглинають енергію світла й подібно до каротиноїдів передають її на молекулу хлорофілу, після чого вона використовується в процесі фотосинтезу.

Наявність фікобілінів у водоростях є прикладом пристосування організмів у процесі еволюції до використання ділянок сонячного спектра, що проникають крізь товщу морської води (хроматична адаптація). Як відомо, червоні промені, що відповідають основній лінії поглинання хлорофілу, поглинаються, проходячи крізь товщу води. Найглибше проникають зелені промені, які поглинаються не хлорофілом, а фікобілінами.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

УРОК № 96

Тема уроку: Основні реакції світлової та темної фаз фотосинтезу. Фотоліз води. Синтез АТФ у процесі фотосинтезу.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про основні реакції фотосинтезу.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати основні реакції світлової та темної фаз фотосинтезу.

Базові поняття й терміни: фотосинтез, темнова фаза, світлова фаза.

Тип уроку: урок-семінар.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Обговорення питань семінару 38 хв.

1. Основні реакції світлової та темної фаз фотосинтезу.
2. Фотоліз води.
3. Синтез АТФ у процесі фотосинтезу.

Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Обговорення запитань семінару

1. Основні реакції світлової та темної фаз фотосинтезу.
2. Фотоліз води.
3. Синтез АТФ у процесі фотосинтезу.

► Інформаційні матеріали до семінару

Фотосинтез — це складний багатоступінчастий окисно-відновний процес, у якому відбувається відновлення вуглекислого газу до рівня вуглеводів та окиснення води до кисню.

Фотофізичний етап фотосинтезу

Згідно із законами фотохімії, при поглинанні кванта світла атомом або молекулою якої-небудь речовини електрон переходить на іншу, більш віддалену орбіталь, тобто на більш високий енергетичний рівень. Найбільшу енергію має електрон, що віддалений від ядра атома й перебуває на досить великій відстані від нього. Разом з тим, чим ближче до ядра, тим меншою є енергія електрона. Кожний електрон переходить на більш високий енергетичний рівень під впливом одного кванта світла, якщо енергія цього кванта дорівнює різниці між цими енергетичними рівнями.

Усі фотосинтетичні організми містять певний тип хлорофілу. Винятком є бактерії *Halobacterium halobium*, що містять бактеріородопсин, за допомогою якого вони поглинають кванти світла.

У молекулі хлорофілу два рівні збудження. Саме із цим пов'язано й те, що він має дві основні лінії поглинання.

Перший рівень збудження зумовлений переходом на більш високий енергетичний рівень електрона в системі сполучених подвійних зв'язків, а другий — зі збудженням неспарених електронів атомів Нітрогену й Оксигену в порфіриновому ядрі.

При поглинанні світла електрони переходять у коливальний рух. Найрухливішими в молекулі є делокалізовані електрони, орбіталі яких ніби розмазані, розподілені між двома ядрами. Особливо легко збуджуються електрони сполучених подвійних зв'язків. Електрон, окрім того, що він перебуває на певній орбіталі й обертається навколо ядра, володіє ще спіном (вектором магнітного моменту) — характеристикою, яку можна трактувати як напрямок обертання електрона навколо своєї осі.

Спін електрона може набувати двох значень. Спіни двох електронів, що перебувають на одній орбіталі, протилежні. Коли в молекулі всі електрони розташовані попарно, їхній сумарний спін дорівнює нулю. Це основний синглетний стан (S_0). В основному енергетичному стані S_0 молекула

перебуває в тепловій рівновазі із середовищем, усі електрони попарно займають орбіталі з найменшою енергією. При поглинанні світла електрони переходять на наступні орбіталі з більш високим енергетичним рівнем. При цьому є дві можливості: якщо електрон не міняє спіну, це призводить до виникнення першого й другого синглетного станів. Якщо ж один з електронів міняє спін, то такий стан називають триплетним. Найвищий енергетичний рівень — це другий синглетний рівень. Електрон переходить на нього під впливом синьо-фіолетових променів, кванти яких містять більше енергії.

У перший збуджений стан електрони можуть переходити, поглинаючи дрібніші кванти червоного світла. Зі збудженого, першого синглетного й триплетного стану, молекула хлорофілу також може переходити в основний. При цьому її дезактивація (втрата енергії) може проходити:

- 1) шляхом виділення енергії у вигляді світла (флуоресценція й фосфоресценція) або у вигляді тепла;
- 2) шляхом перенесення енергії на іншу молекулу пігменту;
- 3) шляхом витрачання енергії на фотохімічні процеси (втрата електрона й приєднання його до акцептора).

У кожному із зазначених випадків молекула пігменту дезактивується й переходить на основний енергетичний рівень. Енергія, що випускається у вигляді флуоресценції або у вигляді тепла, не може бути використана.

Показано, що хлорофіл має дві функції — поглинання й передачу енергії. При цьому основна частина молекул хлорофілу — понад 90 % усього хлорофілу хлоропластів входить до складу світлозбирального комплексу. Світлозбиральний комплекс виконує роль антени, яка ефективно поглинає світло й переносить енергію збудження до реакційного центру.

Крім значного числа (до кількох сотень) молекул хлорофілу, у світлозбиральному комплексі містяться каротиноїди, а в деяких водоростей і ціанобактерій — фікобіліни. Каротиноїди та фікобіліни збільшують ефективність засвоєння світла за рахунок того, що вони поглинають світло в тих ділянках спектра, у яких молекули хлорофілу поглинають світло відносно слабо. Така будова дозволяє значно повніше використовувати енергію світла.

Розрахунки показали, що в одному хлоропласті міститься близько 1 млрд молекул хлорофілу. Відстань між молекулами хлорофілу в мембранах становить усього 1 нм. Перенесення енергії відбувається тільки від пігментів, що поглинають світло з меншою довжиною хвилі, до пігментів, що поглинають світло з більшою довжиною хвилі.

Хоча передача енергії від однієї молекули пігменту до іншої відбувається з великою ефективністю (від хлорофілу b до хлорофілу a — 90 %, від каротиноїдов до хлорофілу — 40 %), вона все-таки супроводжується деякою її втратою. Разом з тим кванти світла з меншою довжиною хвилі мають більшу енергію. Втрата енергії призводить до перетворення квантів у дрібніші (з більшою довжиною хвилі). Саме тому основні форми хлорофілу, до яких стикається енергія, є більш довгохвильовими. Зворотнє перенесення енергії неможливе.

Отже, у первинних процесах фотосинтезу, пов'язаних з поглинанням молекулою хлорофілу кванта світла, важливу роль відіграють процеси передачі енергії. Фотофізичний етап фотосинтезу й полягає в тому, що кванти

світла поглинаються й переводять молекули пігментів у збуджений стан. Потім ця енергія переноситься на реакційний центр, що здійснює первинні фотохімічні реакції — поділ зарядів. Подальше перетворення енергії світла на хімічну енергію проходить ряд етапів, починаючи з окисно-відновних перетворень хлорофілу, що містять як фотохімічні (світлові), так і темнові реакції.

Велике значення для розкриття сутності фотохімічних реакцій мало вивчення особливостей бактеріального фотосинтезу.

Уперше на здатність бактерій, що містять пігменти, використовувати енергію світла для фотосинтезу вказав Т. Енгельман (1883). Подальші дослідження показали, що забарвлені бактерії містять пігменти, які належать до групи хлорофілів, а саме — бактеріохлорофіли, і синтезують органічну речовину з неорганічних сполук за участю енергії світла. Однак такий процес не супроводжується виділенням кисню. Це пов'язано з тим, що як джерело протонів і електронів бактерії використовують не воду, а сірководень або інші сполуки. Такий тип асиміляції CO_2 отримав назву бактеріального фотосинтезу.

Використання води як джерела Гідрогену дало зеленим рослинам у процесі еволюції величезну перевагу внаслідок повсюдної її наявності. Дослідження довели, що в процесі фотосинтезу розкладається вода й виділяється кисень. Весь кисень фотосинтезу виділяється з води.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

УРОК № 97

Тема уроку: Продуктивність фотосинтезу. Фактори, що впливають на фотосинтез. Практична робота № 11. Моделювання процесів транскрипції, трансляції.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про продуктивність фотосинтезу.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати продуктивність фотосинтезу.

Базові поняття й терміни: фотосинтез, продуктивність фотосинтезу.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. <i>Продуктивність фотосинтезу.</i>	
2. <i>Фактори, що впливають на фотосинтез.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

За яких умов рослина буде активно фотосинтезувати?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. *Продуктивність фотосинтезу.*

Фотосинтез є основним процесом, при якому утворюється суха речовина рослин. Однак залежність між фотосинтезом і загальною продуктивністю рослинного організму, а тим більше врожаєм, не така вже й проста.

Для того щоб відбувалося накопичення сухої речовини, інтенсивність фотосинтезу повинна приблизно в 10 разів перевищувати інтенсивність дихання. Не вся утворена суха речовина накопичується. Частково вона витрачається в процесі дихання, при опаданні окремих органів; ці втрати становлять близько 25–30 %. Певна кількість речовин надходить через кореневу систему (5–10 % від загальної маси рослини).

Загальне накопичення сухої маси рослини залежить від інтенсивності фотосинтезу, коефіцієнта ефективності (куди входить витрата на процес дихання), розміру листяної поверхні й суми днів вегетаційного періоду.

2. *Фактори, що впливають на фотосинтез.*

Важливою особливістю, що визначає можливість рослин рости при більшій або меншій освітленості, є розташування компенсаційної точки. Під компенсаційною точкою мають на увазі ту освітленість, при якій процеси фотосинтезу й дихання врівноважують один одного. Інакше кажучи, це та освітленість, при якій рослина за одиницю часу утворює в процесі фотосинтезу стільки органічної речовини, скільки вона витрачає її в процесі дихання.

Зрозуміло, що ріст зеленої рослини може відбуватися тільки при освітленості, вищій за компенсаційну точку. Чим нижчою є інтенсивність ди-

хання, тим нижча компенсаційна точка й тим при меншій освітленості рослини ростуть.

Тіньовитривалі рослини характеризуються нижчою інтенсивністю дихання, а відповідно й компенсаційною точкою, що дозволяє рости при меншій освітленості.

Компенсаційна точка помітно зростає з підвищенням температури, оскільки підвищення температури збільшує дихання сильніше порівняно з фотосинтезом. Саме тому при зниженій освітленості (наприклад, в оранжереях узимку) необхідна помірна позитивна температура; підвищення температури в цих умовах може знизити темпи росту рослин.

Вплив температури на фотосинтез залежить від інтенсивності освітлення. При низькій освітленості фотосинтез від температури не залежить. Отже, при низькому рівні освітленості фотосинтез відбувається з однаковою швидкістю при 15 °C і 25 °C. Це пов'язано з тим, що при низькій освітленості інтенсивність фотосинтезу лімітується швидкістю світлових реакцій. І навпаки, при високій освітленості швидкість фотосинтезу визначається протіканням темнових реакцій. У цьому випадку вплив температури проявляється дуже виразно.

У процесі фотосинтезу використовується в основному CO_2 атмосфери. Різні рослини неоднаково використовують одні й ті самі концентрації CO_2 . Рослини, у яких фотосинтез здійснюється по C_4 -шляху (кукурудза, просо, сорго тощо), мають більш високу здатність до зв'язування CO_2 . Підвищення вмісту CO_2 до 1,5 % викликає прямо пропорційне зростання інтенсивності фотосинтезу в зернових культур.

Для інших рослин таке підвищення інтенсивності фотосинтезу йде до 0,1 %. При збільшенні вмісту CO_2 до 15–20 % процес фотосинтезу виходить на плато, потім настає депресія фотосинтезу.

Вилучення будь-якого елемента мінерального живлення негативно позначається на інтенсивності фотосинтезу. Ряд елементів відіграє важливу специфічну роль. Дуже велике значення для фотосинтезу має Фосфор. На всіх етапах фотосинтезу беруть участь фосфорильовані сполуки. Енергія світла акумулюється у фосфатних зв'язках. При дефіциті Фосфору порушуються фотохімічні й темнові реакції фотосинтезу. Процеси фотофосфорильовання потребують також обов'язкової наявності Магнію. Є дані, що при нестачі Калію інтенсивність фотосинтезу знижується вже через короткі проміжки часу.

Манган бере участь у реакціях фотоокиснення води, Хлор потрібен для фотолізу води.

Інтенсивність фотосинтезу зростає зі збільшенням вмісту хлорофілу. При повному закритті продихів фотосинтез протікає, але дуже слабо.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити коротку інформацію про продуктивність фотосинтезу й фактори, що впливають на неї.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Робота із зошитом*

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести практичну роботу № 11 «Моделювання процесів транскрипції, трансляції» (ЗЛПР, с. 56).

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Яка залежність існує між фотосинтезом і загальною продуктивністю рослинного організму?
- Чи вся суха речовина, що утворюється в результаті фотосинтезу, накопичується?
- Від чого залежить загальне накопичення сухої маси рослини?
- Що називають компенсаційною точкою?
- Як змінюється компенсаційна точка з підвищенням температури?
- Як температура впливає на фотосинтез?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Для того щоб відбувалося накопичення сухої речовини, інтенсивність фотосинтезу має перевищувати інтенсивність дихання:

- А) приблизно в 3 рази;
- Б) *приблизно в 10 разів*;
- В) приблизно в 100 разів;
- Г) приблизно в 150 разів.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Хемосинтез. Внесок С. М. Виноградського у вивчення хемосинтетичних бактерій. Практична робота № 12. Порівняння процесів фотосинтезу і хемосинтезу.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про хемосинтез.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати хемосинтез.

Базові поняття й терміни: хемосинтез.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Хемосинтез.	
2. Внесок С. М. Виноградського у вивчення хемосинтетичних бактерій.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чи можуть організми використовувати енергію неорганічних сполук?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Хемосинтез.

Хемосинтез — це спосіб автотрофного живлення, при якому джерелом енергії для синтезу органічних речовин із CO_2 є реакції окиснення неорганічних сполук. Подібний варіант одержання енергії використовують тільки бактерії або археї. Явище хемосинтезу відкрив у 1887 році російський учений С. М. Виноградський.

Енергія, що виділяється в реакціях окиснення неорганічних сполук, не може бути безпосередньо використана в процесах асиміляції. Спочатку

ця енергія переводиться в енергію макроенергетичних зв'язків АТФ і тільки потім витрачається на синтез органічних сполук.

Залізобактерії окиснюють двовалентний Ферум до тривалентного. Сіркобактерії окиснюють сірководень до молекулярної сірки або до солей сульфатної кислоти. Нітрифікуючі бактерії окиснюють амоніак, що утворюється в процесі гниття органічних речовин, до нітритної і нітратної кислот, які, взаємодіючи із ґрунтовими мінералами, утворюють нітрити й нітрати.

Тіонові бактерії здатні окиснювати тіосульфати, сульфіти, сульфіді й молекулярну сірку до сульфатної кислоти (часто з істотним зниженням pH розчину), процес окиснення відрізняється від такого самого процесу в сіркобактерій (зокрема тим, що тіонові бактерії не відкладають внутрішньоклітинної сірки). Деякі представники тіонових бактерій є екстремальними ацидофілами (здатні виживати й розмножуватися при зниженні pH розчину аж до 2), здатні витримувати високі концентрації важких металічних елементів й окиснювати двовалентний Ферум (*Acidithiobacillus ferrooxidans*) і вилуговувати важкі метали з руд.

Водневі бактерії здатні окиснювати молекулярний водень, є помірними термофілами (ростуть при температурі 50 °C).

Хемосинтетичні організми (наприклад, сіркобактерії) можуть жити в океанах на величезній глибині, у тих місцях, де з розламів земної кори у воду виходить сірководень. Хемосинтетики — єдині організми на землі, що не залежать від енергії сонячного світла.

Роль хемосинтетиків для всіх живих істот дуже велика, оскільки вони є невідмінною ланкою природного кругообігу найважливіших елементів: Сульфуру, Нітрогену, Феруму тощо.

Хемосинтетики важливі також як природні споживачі таких отруйних речовин, як амоніак і сірководень. Величезне значення мають нітрифікувальні бактерії, які збагачують ґрунт нітритами й нітратами, — переважно саме у формі нітратів рослини засвоюють Нітроген. Деякі хемосинтетики (зокрема, сіркобактерії) використовують для очищення стічних вод.

2. Внесок С. М. Виноградського у вивчення хемосинтетичних бактерій.

Сергій Миколайович Виноградський (1856–1953) — мікробіолог, еколог і ґрунтознавець.

У листопаді 1877 року він вступив на другий курс природничого факультету Санкт-Петербурзького університету. Після його закінчення в 1881 році почав займатися мікробіологією й у 1885 році виїхав для подальшого навчання в Страсбург до Антона де Барі. У 1887–1888 рр., працюючи в лабораторії де Барі, вперше показав можливість отримання енергії за рахунок окиснення сірководню й використання її для асиміляції вуглекислого газу, відкривши таким чином хемосинтез (організми, які беруть участь у цьому процесі, він назвав аноргоксидантами). До цього єдиними автотрофними організмами вважалися фотосинтетичні рослини, тому дані роботи принесли Виноградському світове визнання.

Після смерті де Барі в 1888 році Виноградський продовжив роботу в Інституті гігієни Університету Цюриха. Тут він підтвердив спостереження

Ворінгтона про те, що процес нітрифікації проходить у дві стадії, й виділив культури бактерій-нітрифікаторів. Розвиваючи ідеї хемосинтезу, учений довів, що Карбон для будови клітинної речовини може бути одержаний тільки фіксацією вуглекислого газу.

У 1894 році Виноградський став член-кореспондентом Імператорської Санкт-Петербурзької академії наук, а в 1895 році виділив першу азотфіксуючу бактерію *Clostridium pasteurianum*.

Незважаючи на численні пропозиції залишитися в Цюриху або переїхати до Парижа, у 1899 році Виноградський повернувся до Санкт-Петербурга, де працював в Інституті експериментальної медицини.

У 1902 році Сергій Миколайович одержав докторський ступінь і відтоді по 1905 рік був директором інституту. Тут він досліджував небезпечні інфекції, зокрема чуму.

Вивчаючи ґрунтове мікробне співтовариство, Виноградський розділив усі мікроорганізми, що живуть у ньому, на автохтонних (типові, зустрічаються завжди) і алохтонних (зимогенних, розвиток яких пов'язаний зі збільшенням концентрації органічної речовини). Цей поділ виявився застосовним для більшості екосистем.

Свою останню наукову роботу в 1952 році Виноградський присвятив систематизації бактерій.

► **Робота в групах. Робота з підручником**

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має містити коротку інформацію про хемосинтез.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Робота із зошитом**

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести практичну роботу № 12 «Порівняння процесів фотосинтезу і хемосинтезу» (ЗЛПР, с. 58).

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Що таке хемосинтез?
- Коли й хто відкрив явище хемосинтезу?
- Чи може енергія, що виділяється в реакціях окиснення неорганічних сполук, безпосередньо використовуватися в процесах асиміляції?
- Як отримують енергію залізобактерії?
- Що ви знаєте про бактерії-нітрифікатори?
- Яку роль відіграють хемосинтетичні організми в природі?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Бактерії, які окиснюють амоніак, утворюваний у процесі гниття органічних речовин, до нітритної та нітратної кислот, називаються:

- А) залізобактерії;
- Б) *нітрифікуючі бактерії*;
- В) сіркобактерії;
- Г) тіонові бактерії.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 99

Тема уроку: Внутрішньоклітинна регуляція метаболізму. Роль ферментів у регуляції метаболічних процесів.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про внутрішньоклітинну регуляцію метаболізму.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати внутрішньоклітинну регуляцію метаболізму.

Базові поняття й терміни: метаболізм, регуляція.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Внутрішньоклітинна регуляція метаболізму.

2. Роль ферментів у регуляції метаболічних процесів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.

Самостійна робота учнів.....	5 хв.
Домашнє завдання.....	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

У який спосіб клітина може регулювати процеси, що протікають у ній?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Внутрішньоклітинна регуляція метаболізму.

Внутрішньоклітинна регуляція метаболізму може бути простою і складною.

Проста регуляція внутрішньоклітинних процесів передбачає регуляцію ферментативних або інших процесів, важливих для здійснення тієї чи іншої послідовності метаболічних реакцій, самими хімічними речовинами, що беруть участь у цих реакціях. Прикладом такої регуляції є здійснюване за принципом зворотного зв'язку інгібування активності ферменту продуктом реакції.

Складна регуляція внутрішньоклітинних процесів передбачає використання клітинами таких регуляторних лігандів, які не є ані реагентами, ані продуктами регульованого процесу. Тому такі ліганди можуть не мати жодного видимого зв'язку з хімічними речовинами, що беруть участь у реакції. Наприклад, цАМФ відіграє регуляторну роль у метаболізмі глюкози й глікогену, але хімічно відрізняється від цих сполук.

Клітинний метаболізм характеризується високою стійкістю й водночас значною мінливістю. Обидві ці властивості забезпечують постійне пристосування клітин та організмів до мінливих умов навколишнього й внутрішнього середовища. Так, швидкість катаболізму в клітині визначається потребою клітини в енергії в кожний даний момент. Так само швидкість біосинтезу клітинних компонентів визначається потребами даного моменту. Клітина, наприклад, синтезує амінокислоти саме з тією швидкістю, якої достатньо для того, щоб забезпечити можливість утворення мінімальної кількості необхідного їй білка. Така економічність і гнучкість метаболізму можлива лише за наявності досить тонких і чутливих механізмів його регулювання. Регуляція обміну речовин здійснюється на різних рівнях поступово зростаючої складності.

Найпростіший тип регуляції торкається всіх основних параметрів, що впливають на швидкість ферментативних реакцій. Наприклад, перевага кислотного або лужного середовища в тканинах. Накопичення кислотних

продуктів реакції може зрушити *pH* середовища за межі оптимального стану для даного ферменту й у такий спосіб загальмувати процес.

Наступний рівень регуляції складних метаболічних процесів стосується концентрації необхідних речовин у клітині. Якщо концентрація якої-небудь необхідної речовини у клітині перебуває на достатньому рівні, то синтез цієї речовини припиняється до того моменту, коли концентрація знизиться нижче певного рівня. Таким чином підтримується певний хімічний склад клітини.

Третій рівень регуляції — це генетичний контроль, що визначає швидкість синтезу ферментів, яка може істотно варіювати. Регуляція на рівні генів може призвести до збільшення або зменшення концентрації тих чи інших ферментів, до зміни типів ферментів, може відбуватися індукція або репресія одночасно цілої групи ферментів.

Генетична регуляція відзначається високою специфічністю, економічністю й забезпечує широкі можливості для контролю обміну речовин. Однак у переважній більшості активація генів — процес повільний. Як правило, час, необхідний для того, щоб індуктор або репресор міг помітно вплинути на концентрацію ферментів, вимірюється годинами. Тому така форма регуляції непридатна для термінових випадків.

Вищі тварини й людина мають ще два рівні, два механізми регуляції обміну речовин та енергії, які відзначаються тим, що зв'язують між собою метаболізм, котрий відбувається в різних органах і тканинах, і в такий спосіб спрямовують і пристосовують його для виконання функцій, властивих не окремим клітинам, а всьому організмові в цілому. Таким механізмом, насамперед, є ендокринна система. Гормони виробляються ендокринними залозами й служать для стимуляції або пригнічення певних метаболічних процесів в інших тканинах або органах. Наприклад, коли підшлункова залоза починає виробляти менше інсуліну, у клітині надходить менше глюкози, а наслідком цього, у свою чергу, є зміна ряду процесів, що беруть участь в обміні речовин.

Найвищим рівнем регуляції, найбільш досконалою її формою, є нервова регуляція. Нервова система, зокрема її центральні відділи, виконує в організмі вищі інтегративні функції. Отримуючи сигнали з навколишнього середовища та від внутрішніх органів, центральна нервова система перетворює їх і направляє імпульси в ті органи зміни швидкості обміну речовин, яким вони необхідні в цей момент для виконання певної функції. Найчастіше свою регуляторну роль нервова система здійснює через ендокринні залози, підсилюючи або пригнічуючи надходження гормонів у кров. Добре відомий вплив емоцій на метаболізм, наприклад підвищення показників обміну речовин та енергії в спортсменів перед стартом.

2. Роль ферментів у регуляції метаболічних процесів.

Регуляція обміну речовин може здійснюватися на рівні біосинтезу ферментів. При цьому субстрат або продукт реакції регулює активність білкового репресора, що пригнічує транскрипцію (синтез матричної РНК на ДНК-матриці) відповідного оперону (ділянка ДНК, що кодує одну молекулу матричної РНК під контролем білка-репресора).

Прикладом регуляції за допомогою позитивного прямого зв'язку може служити керування розщепленням лактози. Поява в середовищі лактози інактивує в бактерії *Escherichia coli* відповідний репресор і тим самим дозволяє транскрипцію оперону, що кодує ферменти, які каталізують розщеплення лактози. Приклад регуляції за допомогою негативного зворотного зв'язку — керування біосинтезом гістидину. Надлишок гістидину активує репресор, що інгібує транскрипцію оперону, який кодує ферменти біосинтезу гістидину. Якщо репресор і білки, синтез яких він пригнічує, кодуються одним опероном, то негативний зворотний зв'язок здійснюється без участі зовнішніх модуляторів активності репресора.

Аналогічним чином здійснюється регуляція біосинтезу білка на рівні трансляції (синтез білка на РНК-матриці). Такий механізм регуляції дозволяє синтезувати білок у строгій відповідності з потребою в ньому на даному етапі існування організму.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити коротку інформацію про внутрішньоклітинну регуляцію метаболізму та роль ферментів у регуляції метаболічних процесів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Як здійснюється проста регуляція внутрішньоклітинних процесів?
- Як здійснюється складна регуляція внутрішньоклітинних процесів?
- Чи може концентрація необхідних речовин у клітині впливати на метаболічні процеси?
- Як здійснюється регуляція метаболічних процесів на рівні генів?
- Чому генетична регуляція відзначається високою специфічністю?
- Як здійснює свою регулювальну роль нервова система?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Клітинний метаболізм характеризується:

- А) низькою стійкістю;
- Б) незначною мінливістю;
- В) високою стійкістю;
- Г) значною мінливістю.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 100

Тема уроку: Внутрішньоклітинна регуляція метаболізму. Роль ферментів у регуляції метаболічних процесів.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про регуляцію за схемою «синтез-розклад-ресинтез».

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати регуляцію за схемою «синтез—розклад—ресинтез».

Базові поняття й терміни: метаболізм, ресинтез.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
Регуляція за схемою «синтез-розклад-ресинтез».	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► *Обговорення запитання*

Як взаємозв'язані процеси синтезу й розкладу речовин?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

Регуляція за схемою «синтез—розклад—ресинтез».

У клітині спостерігається регуляція за схемою «синтез-розклад-ресинтез».

Усі перетворення органічних речовин, процеси анаболізму й катаболізму тісно пов'язані між собою. Усі перетворення об'єднані в цілісний процес метаболізму. Взаємоперетворення органічних речовин визначаються фізіологічними потребами організму.

Незважаючи на величезну різноманітність органічних речовин (білки, жири, вуглеводи), число хімічних реакцій, що забезпечують їхні перетворення й утворення енергії, дуже мале.

Експериментально обґрунтовано існування чотирьох головних етапів розкладу молекул вуглеводів, білків і жирів, які інтегрують утворення енергії з основних харчових джерел.

Ресинтез — це процес зворотного відновлення вихідної складної хімічної сполуки з «уламків», що утворилися при її розкладі або метаболізмі. Наприклад, ресинтез білків з амінокислот, а амінокислот з аміаку й «вуглецевих скелетів» амінокислот, ресинтез глюкози з молочної кислоти, ресинтез АТФ, що безупинно розщеплюється в процесі діяльності м'язів.

Активність усіх шляхів обміну речовин постійно регулюється, що забезпечує відповідність синтезу й деградації метаболітів фізіологічним потребам організму. Потік метаболітів в обміні речовин визначається, насамперед, активністю ферментів.

Для того щоб метаболічні шляхи могли функціонувати узгоджено й задовольняти потреби індивідуальних клітин, органів або організму в цілому, вони мають бути регульованими.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про регуляцію за схемою «синтез-розклад-ресинтез».

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Чому важливі регуляторні процеси?
- У чому особливості регуляції за схемою «синтез-розклад-ресинтез»?
- Що таке ресинтез?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Ресинтез — це:

- А) процес зворотного відновлення вихідної складної хімічної сполуки з «уламків», що утворилися при її розкладі;
- Б) процес синтезу складної хімічної сполуки;
- В) процес руйнування вихідної складної хімічної сполуки;
- Г) процес відновлення гомеостазу.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 101

Тема уроку: Гомеостаз та механізми його підтримання у клітині.
Практичне значення знань про метаболічні процеси.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про механізми підтримання гомеостазу.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати механізми підтримання гомеостазу.

Базові поняття й терміни: гомеостаз.

Тип уроку: урок-семінар.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Обговорення питань семінару 38 хв.

1. Гомеостаз.
2. Механізми підтримання гомеостазу в клітині.
3. Практичне значення знань про метаболічні процеси.

Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Обговорення питань семінару

1. Гомеостаз.
2. Механізми підтримання гомеостазу в клітині.
3. Практичне значення знань про метаболічні процеси.

► Інформаційні матеріали до семінару

Гомеостаз — це саморегуляція, здатність відкритої системи зберігати сталість свого внутрішнього стану за допомогою скоординованих реакцій, спрямованих на підтримання динамічної рівноваги.

Енергетичний механізм гомеостазу клітини поєднує різні метаболічні пристосування до різних за силою, швидкістю й тривалістю функціональних навантажень: включення альтернативних шляхів обміну, зміна субстратів і зміна співвідношення дихання та гліколізу.

Цитологічним вираженням енергетичного механізму гомеостазу в клітині є процеси агрегації та дезагрегації мітохондрій. У них чітко простежується двоїстий характер регуляції енергетики: посилення й обмеження.

Дезагрегація мітохондрій, збільшуючи їхню сумарну вільну поверхню й транспорт у них субстратів, сприяє активізації окисного метаболізму. Агрегація мітохондрій, навпаки, гальмує їхній окисний метаболізм.

Різні за швидкістю й потужністю гомеостатичні механізми запроваджуються послідовно відповідно до інтенсивності й тривалості збурювального впливу.

Наприклад, можна виокремити кілька способів гомеостатування рівня кисню в нейроні шляхом параметричного регулювання темпу його дифузії:

1. Зміна ступеня синхронізації дихальної активності мітохондрій за їхньою ультраструктурою та цитохромоксидазною активністю, зміна ритміки агрегації мітохондрій і коливань напруження кисню над поверхнею клітини.
2. Зміна середнього рівня цитохромоксидазної активності в тілі нейрона в цілому.
3. Перерозподіл рівнів активності цитохромоксидази між зонами в тілі нейрона. Підвищення активності в зоні між ядром і аксонним горбком при зниженні в зоні між ядром і дендритами корелює зі збільшенням амплітуди коливань напруження кисню в аксонній зоні.
4. Зміна градієнта цитохромоксидазної активності від периферії клітини до ядра без переміщення самих мітохондрій.
5. Переміщення мітохондрій до плазматичної мембрани.
6. Зміна розмірів тіла нейрона й аксонного горбка.
7. Зміна середнього рівня агрегації мітохондрій.
8. Зміна кількості мітохондрій.

Така сама система різних за швидкістю і тривалістю адаптацій характерна й для структурних основ гомеостазу клітини, пов'язаних з її пластичним обміном і внутрішньоклітинною регенерацією.

Важливою особливістю структурного гомеостазу клітини є не просто підтримання концентрації макромолекул, числа мікроструктур і органолів, але й їхнє селективне відновлення відповідно до мінливих потреб у нових умовах функціонування клітини.

«Непрацюючі» білки-ферменти легше денатуруються й у результаті швидше піддаються аутолізу. Узгоджено відбуваються коливання в клітині синтезу й розпаду білка, що проявляється в часових ритмах вмісту й концентрації білка.

Енергетичний, пластичний і функціональний (йонний) гомеостаз виявляються тісно пов'язаними в клітині як цілісній інтегральній системі.

У фазі зниження енергетичного метаболізму при його гомеостатичних коливаннях відбуваються деструкція мікроструктур і білків, зниження біосинтезу, у фазі зростання переважають біосинтетичні відновні процеси. Аналогічно у фазі зниження енергетики функціональний гомеостаз проявляється в пасивній адаптації клітини, якій відповідає вивільнення кальцію із внутрішньоклітинних депо й збільшення його концентрації в цитозолі. У результаті збільшується вихід із клітини калію і підвищується поріг чутливості клітини до зовнішнього впливу. Навпаки, фаза росту енергопродукції сприяє розвитку активної адаптації клітини до зовнішнього впливу.

Отже, функціональний, пластичний та енергетичний гомеостаз клітини взаємоузгоджені із загальноклітинними механізмами інтеграції.

Кожний вид мікроструктур — плазматична мембрана, різні види ендоплазматичної сітки, ядро, мітохондрії, цитоскелет — має свої параметри обсягу депонованого кальцію, кінетики його вивільнення, кінетики й енергоємності його зв'язування. У різних типах клітин вони мають еволюційно закріплені особливості. Важливо, що будь-який внутрішньоклітинний процес — йонний транспорт, біосинтез білка, секреція, активність геному тощо — тісно пов'язаний з енергозалежною акумуляцією кальцію у відповідних структурах і, отже, кооперативно взаємодіє з усіма іншими процесами в клітині за допомогою спільного фактора — концентрації кальцію в цитозолі — і розподілу потоків енергії між усіма енергоспоживачими внутрішньоклітинними процесами відповідно до їхньої енергоємності та швидкості.

Найважливішим наслідком такої просторово-часової організації внутрішньоклітинних процесів є їхня координація в напрямку мінімізації енергетичного дисбалансу в клітині в цілому.

Будь-який десинхроноз, тобто часова неузгодженість внутрішньоклітинних процесів, виявляється термодинамічно менш імовірним та енергетично невигідним. Сама організація клітини забезпечує її гомеостаз. Конкретним узгоджувальним механізмом виступає при цьому загальноклітинний коливальний контур: кальцій цитозолі — кальційзв'язувальні білки — система циклічних нуклеотидів.

Порушення обміну речовин та енергії спричиняють всі функціональні і органічні ушкодження органів і тканин, наслідком яких є виникнення хвороб. Зміни, що відбуваються у протіканні хімічних реакцій, супроводжуються більшими або меншими зрушеннями в енергетичних процесах. Розрізняють чотири рівні, на яких можуть відбуватися порушення обміну речовин: молекулярний, клітинний, порушення обміну речовин в органах і тканинах, організменний.

Порушення обміну речовин та енергії на кожному із цих рівнів можуть мати первинний або вторинний характер. Їхня реалізація у всіх випадках здійснюється на молекулярному рівні, зміна обміну речовин на якому й спричинює патологічні порушення функцій організму.

При порушенні обміну речовин та енергії на клітинному рівні насамперед ушкоджуються біологічні мембрани, що спричиняє порушення нормальних взаємозв'язків клітини з навколишнім середовищем, а також порушення клітинного метаболізму. У результаті порушення процесів нормального розподілу хромосомного матеріалу, у ході поділу клітин, розвиваються хромосомні хвороби з тяжкими порушеннями обміну речовин та енергії. Розлад метаболізму на рівні клітинних структур може розвиватися й у результаті аутоімунних процесів.

При порушенні обміну речовин на рівні внутрішніх органів порушуються їхні функції і страждає взаємозв'язок між органами та навколишнім середовищем, а також страждає адаптація організму до умов зовнішнього середовища й змінюється склад внутрішнього середовища організму. Порушується процес рівноваги анаболізму й катаболізму всередині органа.

На рівні цілісного організму при порушенні обміну речовин насамперед порушується зв'язок між органами та центральною нервовою системою і між самими органами. Послаблюється або підсилюється вироблення певних гормонів, що призводить до характерних розладів обміну речовин в організмі. Крайньою формою порушення обміну речовин є ожиріння або крайнє виснаження організму.

Нормальне протікання метаболізму на молекулярному рівні зумовлене гармонічним поєднанням процесів катаболізму й анаболізму.

Діагностика обміну речовин та енергії ґрунтується на результатах досліджень компонентів крові, сечі та інших біологічних рідин. Сумарну оцінку порушень обміну речовин та енергії можна отримати, визначаючи основний обмін, азотистий баланс, величину дихального коефіцієнта, зрушень кислотно-лужної рівноваги та інших параметрів.

Більш детальну інформацію дають дослідження концентрації окремих метаболітів, як нормальних, так і патологічних, що зазвичай не утворюються або відсутні в біологічних рідинах у нормі. Щоб визначити, в якому органі максимально порушений обмін речовин, а також глибину ушкоджень клітинних структур, слід провести спеціальні дослідження сироватки крові.

До різноманітних патологічних проявів порушення метаболізму належать: зміни швидкості росту, теплопродукції, вироблення енергії для

м'язової діяльності та енергетичного забезпечення життєво важливих функцій організму.

Приклади хвороб, викликаних порушенням метаболізму

Хвороба Гірке. Це вроджене порушення обміну речовин, що характеризується накопиченням надлишкової кількості глікогену в тканинах організму. Воно пов'язане з нестачею ферменту глюкозо-6-фосфатази, що необхідний для розкладу глікогену, внаслідок чого той накопичується в тканинах. Хвороба зазвичай проявляється вже в дитинстві відставанням у рості, випинанням живота через збільшення розмірів печінки та зниження рівня цукру в крові. Єдиний засіб лікування — дієта; рекомендується часта годівля й додавання в раціон глюкози. З віком стан дитини поступово поліпшується.

Фенілкетонурія — спадкова затримка психічного розвитку, зумовлена недостатністю єдиного ферменту — фенілаланінгідроксилази, необхідної для перетворення амінокислоти фенілаланіну в іншу амінокислоту — тирозин. Накопичуваний фенілаланін справляє токсичну дію на тканину головного мозку. Хворобу вперше описав у 1934 році А. Феллінг. Вона зустрічається із частотою 1 на 20 000 немовлят незалежно від статі й найбільш поширена серед європейців. Немовлята зовні виглядають здоровими, але у віці трьох-чотирьох місяців у них починає виявлятися відставання в психічному розвитку. До 2–3 років діти чудово розвиваються фізично, але психічно відстають. Оскільки порушення психічного розвитку виліковне, украй важлива рання діагностика. У разі відсутності лікування коефіцієнт інтелектуального розвитку (IQ) за кожні 10 тижнів знижується на 5 пунктів. Фенілкетонурію можна виявити вже в перший день життя за результатами аналізу крові або сечі немовляти. Єдиним способом лікування є дієта. Оскільки всі звичайні білкові продукти містять фенілаланін (у кількості 4–6 %), необхідно використовувати позбавлені цієї амінокислоти синтетичні продукти.

Альбінізм. При нормальному метаболізмі фенілаланіну й тирозину (обидві амінокислоти пов'язані між собою в обміні) утворюється шкірний чорний пігмент меланін. Вроджена відсутність цього пігменту в очах, шкірі й волоссі в осіб з альбінізмом зумовлена недостатністю одного з ферментів метаболізму фенілаланіну й тирозину.

Алкаптонурія. Це захворювання спричинюється генетично зумовленою недостатністю ферменту, що бере участь у метаболізмі гомогентизинової кислоти — проміжного продукту обміну фенілаланіну й тирозину. Накопичувана гомогентизинова кислота виділяється із сечею, надаючи їй чорного або коричневого забарвлення. У більш дорослому віці в сполучній тканині й хрящах відкладається синювато-чорний пігмент і розвивається артрит. Як лікування призначають дієту, що виключає споживання фенілаланіну й тирозину.

Гіперхолестеринемія. Нездатність організму руйнувати холестерин і ліпопротеїни низької щільності (у складі яких він переважно містить-

ся) призводить до накопичення холестерину в тканинах унаслідок надмірно високого його рівня в крові. Стан, при якому холестерин відкладається в підшкірних тканинах, називають ксантоматозом. Відкладення холестерину в стінках кровоносних судин викликають атеросклероз. При гіперхолестеринемії можливе також збільшення селезінки, печінки або лімфатичних вузлів. Для лікування й профілактики використовують дієту.

Подагра. Подагра й подагричний артрит — це хронічні захворювання, причиною яких є порушення обміну ендогенної (такої, що утворюється в організмі) сечової кислоти; її солі (урати) відкладаються головним чином у хрящах, особливо суглобних, і в нирках, спричиняючи болючі запальні набряки. Накопиченню уратів можна запобігти за допомогою дієти. Для зменшення болю застосовують спеціальні засоби.

Основний шлях профілактики порушення обміну речовин — це, насамперед, збалансоване щоденне харчування, що містить мікроелементи, вітаміни, білки, жири, вуглеводи, правильно підібраний режим харчування й відпочинку, захист навколишнього середовища від проникнення в нього токсичних речовин, профілактика й своєчасне лікування інфекційних захворювань, стресових ситуацій.

Лікування хвороб обміну речовин та енергії базується на підборі відповідної дієти, на гормонотерапії і специфічній терапії захворювання, що є першопричиною порушення обміну речовин та енергії.

Кардинальне рішення внутрішніх проблем, що спричиняють порушення обміну речовин, пов'язане, насамперед, з розвитком генної інженерії та спрямованої регуляції активності ферментів.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема 8. Самовідтворення клітини. Віруси (12 годин)

Вивчаючи цю тему, учні дізнаються:

- про хвороби людини, що їх викликають пріони й віруси;
- стадії клітинного циклу;
- віруси як автономні генетичні структури;
- мітоз та мейоз.

Вивчаючи цю тему, учні навчаються:

- описувати будову профазної хромосоми; гаметогенез і спорогенез; структуру вірусу, пріони;
- пояснювати біологічне значення різних типів поділу клітини; особливості організації соматичних і статевих клітин та їхнє біологічне значення;
- застосовувати знання для проведення профілактики вірусних і бактеріальних захворювань.

УРОК № 102

Тема уроку: Репродукція клітин. Соматичні й статеві клітини.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про репродукцію клітин.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати репродукцію клітин, соматичні та статеві клітини.

Базові поняття й терміни: соматичні клітини, статеві клітини, репродукція клітин.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Репродукція клітин.	
2. Соматичні й статеві клітини.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Які способи відтворення клітин ви знаєте?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Репродукція клітин.

Репродукція клітин — це характерний саме для живих організмів процес появи з батьківської клітини двох і більше нових клітин. Клітини прокаріотів просто діляться навпіл. Спочатку клітина подовжується, у ній утворюється поперечна перетинка. Потім дочірні клітини розходяться. Еукаріотичні клітини діляться інакше. Еукаріотичні клітини мають два способи поділу ядра: мітоз і мейоз.

Мітоз (каріокінез, або непрямий поділ) — це поділ ядра еукаріотичної клітини зі збереженням числа хромосом. Мейоз — це поділ ядра еукаріотичної клітини зі зменшенням числа хромосом удвічі. Поділу передують подвоєння клітинних структур: хлоропластів, мітохондрій, центріолей тощо.

У процесі поділу тіла еукаріотичної клітини — цитокінезу — відбувається поділ цитоплазми та органел між новими клітинами. Новоутворені клітини набувають здатності до поділу після деякого періоду росту.

Усі клітини з'являються шляхом поділу батьківських клітин. Більшість клітин властивий клітинний цикл, що складається із двох основних стадій: інтерфази й мітозу.

Розмноження за допомогою мітозу називають нестатевим або вегетативним, а також клонуванням. Під час мітозу генетичний матеріал батьківських і дочірніх клітин ідентичний.

Мейоз, на відміну від мітозу, є важливим елементом статевого розмноження. При мейозі утворюються клітини, які містять лише один набір хромосом, що уможливує подальше злиття статевих клітин — гамет.

У результаті мейозу у тварин утворюються гамети, а в рослин — спори.

Репродукція клітин — це основа росту й розмноження організмів, передачі спадкової інформації від материнського організму дочірньому. Поділ клітин є причиною утворення тканин та органів, основою їхнього росту й розвитку. Здатність до поділу — це найважливіша властивість клітин. Без поділу клітин неможливо уявити збільшення числа одноклітинних істот, розвиток складного багатоклітинного організму з однієї заплідненої яйцеклітини, відновлення клітин, тканин і навіть органів, утрачених у процесі життєдіяльності організму.

У багатоклітинних організмах не всі клітини здатні до поділу через їхню високу спеціалізацію. Саме такими є клітини, що мають різну тривалість життя. Наприклад, нервові й м'язові клітини після завершення ембріонального періоду розвитку організму припиняють ділитися й функціонують протягом усього подальшого життя організму.

Багато спеціалізованих клітин не розмножуються у звичайних умовах, але при пошкодженні органів і тканин, до складу яких вони входять, їхня здатність до поділу відновлюється. До таких клітин належать клітини печінки, ендокринних залоз та інших органів. Інші клітини, зокрема кісткового мозку, епітелію тонкого кишечника, епідермісу, у процесі виконання своєї специфічної функції гинуть, тому на зміну їм приходять нові, утворені шляхом поділу.

Постійний поділ клітин верхівкової та бічної меристем рослин (камбію, коркового камбію) забезпечує тривалий ріст пагонів і коренів у довжину й товщину.

2. Соматичні й статеві клітини.

Соматичні клітини (від грец. *soma* — тіло) — це клітини, що формують тіло організму. До соматичних клітин належать усі клітини тіла, за винятком гамет.

Між соматичними клітинами може відбуватися обмін генетичною інформацією.

Трансформація — це генотипічна зміна якого-небудь бактеріального штаму в результаті поглинання ДНК бактерій іншого штаму. Чи відбувається трансформація соматичних клітин у багатоклітинних організмах, поки що не з'ясовано. Багато дослідників вважають, що це цілком можливо.

Трансдукція — це генетичні зміни бактеріальних клітин, які відбуваються при передачі їм бактеріофагами, що їх інфікують, окремих частин хромосом бактерій інших штамів.

Гібридизація — це перенесення ядерних генів від однієї клітини до іншої, а також поєднання геномів двох клітин в одній з відтворенням їх у наступних клітинних поколіннях. Поки що немає підстав стверджувати, що така гібридизація відбувається всередині цілісного організму, але немає підстав і для заперечення цієї думки.

У соматичних клітинах може істотно змінюватися число хромосом, часто спостерігається поліплоїдія та гетероплоїдія (анеуплоїдія).

У соматичних клітинах ссавців і людини досить часто спостерігаються різні хромосомні аберації (фрагментація, делеція, дуплікація, інверсія, транслокація). Це характерно і для культури клітин, і для організмів.

Під час вивчення спадковості соматичних клітин використовують звичайні генетичні методи, методи культури клітин і тканин, а також пересадження тканин між різними мутантними лініями рослин і тварин.

Одним з ефективних методів вивчення генетики соматичних клітин є метод культури клітин і тканин *in vitro*, заснований на створенні умов, сприятливих для життєдіяльності й поділу клітин поза організмом. Цей метод принципово не відрізняється від генетичних методів дослідження мікроорганізмів. Його основні переваги полягають у тому, що він дозволяє точно контролювати умови середовища й генотипи окремих клітин.

Клітини кожної тканини у зв'язку з мутаційним процесом, що постійно відбувається в них, утворюють гетерогенну популяцію. В організмі клітини й тканини інтегровані в систему функціонально взаємозалежних

органів. При культивуванні клітин окремих тканин *in vitro* контроль і регулювання з боку організму знімаються, і популяції клітин виявляються дезінтегрованими, що робить їх більш пластичними щодо спадкової мінливості. У культурі з'являються клітини з різною плоідністю, хромосомними перебудовами, різними морфологічними й біохімічними мутаціями, селективна цінність яких в однорідному середовищі буде різною. Одні клітини починають ділитися швидше, інші повільніше, а деякі взагалі не діляться. У зв'язку із цим при використанні методу культури клітин і тканин для цитогенетичних досліджень важливим є одержання клонів клітин з відомими генетичними особливостями й підтримання їх у культурі.

Клони соматичних клітин (колонії, що походять від окремих клітин) одержують шляхом ізоляції одиночних клітин за допомогою мікрокапіляра з подальшою їх інкубацією в спеціальних посудинах.

На сьогодні існує багато способів культивування клітин, тканин та органів, рослинних і тваринних об'єктів. Вони відрізняються методами експлантації, складом живильних середовищ, умовами культивування тощо.

Соматичні й статеві клітини (гамети) мають спільне походження, оскільки утворюються з генетично однакових ембріональних клітин, які містять усю генетичну інформацію, необхідну для утворення клітин різних типів у ході розвитку організму.

Гамети — це репродуктивні клітини, що мають гаплоїдний (одинарний) набір хромосом і беруть участь у статевому розмноженні. При злитті двох гамет у статевому процесі утворюється зигота, що розвивається в особину зі спадковими ознаками обох батьківських організмів, які продукували гамети.

У деяких видів можливий також розвиток в організм одиночної гамети (незаплідненої яйцеклітини) — партеногенез.

Морфологія гамет різних видів досить різноманітна. Гамети, які продукуються, можуть відрізнятися за хромосомним набором, розміром та рухливістю. Гаметний диморфізм у різних видів варіює в широких межах — від відсутності диморфізму у вигляді ізогамії до свого крайнього прояву у формі оогамії.

Якщо гамети, що зливаються, морфологічно не відрізняються одна від одної розміром, будовою та хромосомним набором, то їх називають ізогагетами або нестатевими гагетами. Такі гамети рухливі, можуть мати джгутики або бути амебоподібними. Ізогамія типова для багатьох водоростей.

При анізогамії (гетерогамії) гамети, здатні до злиття, відрізняються за розмірами, рухливі мікрогамети мають джгутики, макрогамети можуть бути як рухливі (багато водоростей), так і нерухливі (не мають джгутиків макрогамети багатьох протистів).

Буває так, коли здатні до злиття гамети одного біологічного виду чітко поділяються за розмірами та рухливістю на два типи: чоловічі гамети малого розміру й великі нерухливі жіночі гамети — яйцеклітини. Відмінність розміру гамет обумовлена тим, що яйцеклітини містять запас поживних

речовин, достатній для забезпечення кількох перших поділів зиготи при її розвитку в зародок.

Чоловічі гамети — сперматозоїди — тварин і багатьох рослин рухливі й зазвичай мають один або кілька джгутиків, винятком є позбавлені джгутиків чоловічі гамети насінневих рослин — спермії, які доставляються до яйцеклітини при проростанні пилкової трубки, а також безджгутикові сперматозоїди (спермії) нематод і членистоногих.

► **Робота в групах. Робота з підручником**

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має містити коротку інформацію про репродукцію клітин, соматичні та статеві клітини.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Запитання для повторення та обговорення**

- У чому полягає біологічний сенс репродукції клітин?
- Які способи поділу ядра еукаріотичної клітини ви знаєте?
- Які процеси є основою росту й розмноження організмів?
- Чи всі клітини організму здатні здійснювати процес поділу?
- Чим соматичні клітини відрізняються від статевих?
- Які методи вивчення соматичних клітин ви знаєте?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Нерухливі чоловічі статеві клітини притаманні:

- А) ссавцям;
- Б) покритонасінним;
- В) мохам;
- Г) риbam.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроку: Життєвий цикл клітин. Практична робота № 13.
Вивчення фаз мітозу в клітинах корінців цибулі (фіксовані мікропрепарати).

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про життєвий цикл клітин.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати життєвий цикл клітин.

Базові поняття й терміни: життєвий цикл.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	10 хв.
<i>Життєвий цикл клітин.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	18 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Які процеси протікають у клітині циклічно?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

Життєвий цикл клітин.

Життєвий цикл клітин — це період існування клітини від моменту її утворення шляхом поділу материнської клітини до власного поділу або смерті.

Тривалість клітинного циклу в різних клітин неоднакова. Клітини дорослих організмів, що швидко розмножуються, такі як кровотворні або базальні клітини епідермісу й тонкої кишки, можуть вступати в клітинний цикл кожні 12–36 годин. Короткі клітинні цикли (близько 30 хвилин) спостерігаються при швидкому дробленні яєць голкошкірих, земноводних

та інших тварин. У експериментальних умовах короткий клітинний цикл (близько 20 годин) мають багато ліній клітинних культур. У більшості клітин, здатних до активного поділу, тривалість періоду між мітозами становить приблизно 10–24 год.

Період клітинного росту називають «інтерфазою». Під час інтерфази здійснюється синтез ДНК і білків, а також підготовка до поділу клітини.

Інтерфаза складається з кількох періодів:

- G1-фази (від англ. *gap* — проміжок), або фази початкового росту, під час якої здійснюється синтез мРНК, білків та інших клітинних компонентів;
- S-фази (від грец. *synthesis* — поєднання), під час якої здійснюється реплікація ДНК у ядрі;
- G2-фази, під час якої відбувається підготовка до мітозу.

У диференційованих клітин, які не діляться, у клітинному циклі G1-фази може не бути. Такі клітини перебувають у фазі спокою G0.

Період клітинного поділу має дві стадії:

- мітоз (поділ клітинного ядра);
- цитокінез (поділ цитоплазми).

Мітоз, у свою чергу, поділяється на п'ять стадій, які утворюють динамічну послідовність.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про клітинний цикл.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести практичну роботу № 13 «Вивчення фаз мітозу в клітинах корінців цибулі (фіксовані мікропрепарати)» (ЗЛПР, с. 59).

► Запитання для повторення та обговорення

- Що називають життєвим циклом клітин?
- Яка тривалість клітинного циклу?
- Як називають період клітинного росту?
- У яких клітин може не бути G1-фази?
- Які клітини перебувають у фазі спокою G0?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

	Зразок
Період інтерфази, під час якого відбувається реплікація ДНК у ядрі, називається:	
А) G1-фаза;	
Б) S-фаза;	
В) G0-фаза;	
Г) G2-фаза.	

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 104

Тема уроку: Регуляція і чинники мітотичної активності.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про регуляцію та чинники мітотичної активності.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати регуляцію та чинники мітотичної активності.

Базові поняття й терміни: регуляція та фактори мітотичної активності.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
<i>Регуляція та чинники мітотичної активності.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чому одні клітини діляться, а інші — ні?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

Регуляція та чинники мітотичної активності.

Існують різні механізми регуляції клітинного циклу.

Закономірна послідовність зміни періодів клітинного циклу здійснюється при взаємодії таких білків, як циклінзалежні кінази та цикліни. Клітини, що перебувають у G0-фазі, можуть вступати в клітинний цикл при дії на них факторів росту. Різні фактори росту, зв'язуючись зі своїми рецепторами, запускають внутрішньоклітинний сигнальний каскад, наслідком якого є транскрипція генів циклінів та циклінзалежних кіназ.

Циклінзалежні кінази стають активними лише при взаємодії з відповідними циклінами. Вміст різних циклінів у клітині змінюється впродовж усього клітинного циклу. Циклін є регуляторним компонентом комплексу циклін-циклінзалежна кіназа. Тим часом кіназа є каталітичним компонентом цього комплексу.

Кінази не активні без циклінів. На різних стадіях клітинного циклу синтезуються різні цикліни.

До закінчення мітозу циклін швидко руйнується протеїназами.

Для визначення завершення кожної фази клітинного циклу необхідна наявність у ньому контрольних точок. Якщо клітина «проходить» контрольну точку, то вона продовжує «рухатися» по клітинному циклу. Якщо ж які-небудь обставини, наприклад пошкодження ДНК, заважають клітині пройти через контрольну точку, яку можна порівняти зі свого роду контрольним пунктом, то клітина зупиняється й інша фаза клітинного циклу не настає, принаймні доти, доки не будуть усунуті перешкоди, які не дозволяли клітині пройти через контрольний пункт.

Існує кілька контрольних точок клітинного циклу: точка в G1-фазі, де перевіряється інтактність ДНК, перед входженням у S-фазу, звиряльна точка в S-фазі, у якій перевіряється правильність реплікації ДНК, звиряльна точка в G2-фазі, у якій перевіряються пошкодження, пропущені при проходженні попередніх звиряльних точок або отримані на наступних стадіях клітинного циклу. У G2-фазі детектується повнота реплікації ДНК і клітини, у яких ДНК недореплікована, не входить у мітоз. У контрольній точці складання веретена поділу перевіряється, чи всі кінетохори прикріплені до мікротрубочок.

Порушення нормальної регуляції клітинного циклу є причиною появи більшості твердих пухлин. У клітинному циклі проходження його контрольних пунктів можливе тільки у випадку нормального завершення попередніх етапів і відсутності пошкоджень. Для пухлинних клітин характерні зміни компонентів звиряльних точок клітинного циклу.

За рівнем відновлення клітин усі тканини організму поділяються на три групи:

1. Стабільні клітинні популяції, що складаються з клітин із повною втратою здатності до поділу (нейрони, кардіоміоцити). Число клітин у такій популяції стабілізується на початку їхнього диференціювання, а в міру старіння організму воно знижується внаслідок невідомого природного зменшення клітин.
2. Зростаючі клітинні популяції, здатні не тільки до відновлення, але й до росту, збільшення маси тканини за рахунок наростання числа клітин та їхньої поліплоїдизації. Такі клітини-«довгожителі» виконують спеціалізовані функції, але зберігають здатність при стимуляції знову вступати в цикл для того, щоб відновити свою нормальну чисельність. Описані популяції клітин утворюють нирки, печінку, підшлункову та щитоподібну залози.
3. Відновні клітинні популяції, які характеризуються постійним відновленням клітин. У цьому випадку зменшення диференційованих клітин, клітин, які виконують спеціалізовані функції й нездатні до поділу внаслідок їхньої загибелі, врівноважене утворенням нових у результаті поділу малодиференційованих клітин та їхньої подальшої диференціації. До таких популяцій належать епітелії кишок, епідерміс, а також клітини кісткового мозку й крові.

Система регуляції клітинного циклу отримує два види інформації.

По-перше, це інформація про дію на клітину різних зовнішніх факторів, що сприяють активації або гальмуванню її поділу. Вона обробляє й інтегрує її у вигляді сигналів, що визначають, чи буде клітина вступати в мітотичний цикл, чи буде диференціюватися й перебувати в періоді репродуктивного спокою (G0). По-друге, це інформація про інтактність геному. При пошкодженні геному клітини проходження нею циклу зупиняється й вмикається система репарації ДНК. Унаслідок цього знижується ймовірність небажаної реплікації пошкодженої ДНК.

Є ряд факторів, що забезпечують загальний контроль активності поділу клітин, до яких належать протоонкогени й антионкогени.

Протоонкогени — це група генів-активаторів, що контролюють нормальний клітинний поділ і диференціювання. Продукти експресії цих генів — особливі білки — впливають на різні механізми регуляції поділу клітини. На сьогодні ідентифіковано понад 50 протоонкогенів.

Установлено, що зміни структури й посилення активності експресії протоонкогенів викликають розвиток пухлин. Підвищення активності протоонкогенів може бути пов'язане зі змінами будови ДНК, збільшенням кількості генів або їхнім реаранжуванням, при якому гени розміщуються поблизу активного промотору. Змінені мутацією, але активні форми протоонкогенів називають онкогенами. Злоякісна трансформація клітини може виникнути не тільки внаслідок підвищення активності протоонкогенів, але й у результаті зниження активності іншої групи генів, які називають антионкогенами.

Антионкогени — це гени, продукти яких — супресори пухлинного росту — пригнічують мітотичну активність клітин. Серед них найдокладніше вивчені гени RB (ретинобластоми), DCC, APC, WT1, NF1 й особливо ген p53.

Ген p53 — один із найсильніших та найбільш універсальних антионкогенів (природний онкосупресор) — забезпечує підтримання стабільності генетичного апарату (через що його називають «охоронником» клітинного геному) та контролює клітинний цикл. Його експресія, помірна в нормальних умовах, різко зростає при пошкодженні ДНК.

Активация гена p53 призводить до зупинки клітинного циклу. При важких пошкодженнях, які не можна усунути шляхом репарації ДНК, p53 запускає програму апоптозу, тобто знищення клітини. Обидва види реакцій захищають організм від реплікації та ампліфікації генетично пошкодженого матеріалу.

Втрата функції гена p53 (у результаті мутації) призводить до втрати контролю над клітинним циклом: клітини-мутанти продовжують активно проліферувати, незважаючи на пошкодження ДНК. Виявлено чіткий зв'язок між втратою функції гена p53 і розвитком понад 50 видів злоякісних пухлин у людини.

Фактори росту — це теж важливі стимулятори клітинного поділу. Вони являють собою білки, що підсилюють мітотичну активність у певних тканинах (тканинах-мішенях). Їхня дія опосередковується специфічними рецепторами на плазмолемі клітин. До них належать фактор росту нервів (ЧРН), епідермальний фактор росту (ЕЧР), тромбоцитарний фактор росту (ТРЧР), інсуліноподібні фактори росту (ІЧР), фактор росту фібробластів (ЧРФ), колонієстимулюючі фактори (КСЧ) — стимулятори окремих етапів гематопоезу, інтерлейкіни (ІЛ)-1, -2 і -3.

Список факторів росту постійно розширюється. Існують припущення, що більшість типів клітин реагує не на один специфічний фактор росту, а на їхні комбінації. Деякі фактори росту циркулюють у крові, але більшість діє в тканинах локально.

Описані також фактори, що пригнічують клітинний поділ.

Кейлони (від грец. *chalaino* — послаблювати) являють собою клас гормоноподібних регуляторів, що пригнічують клітинне розмноження. Вони є поліпептидами або глікопротеїнами й володіють тканинною і клітинною специфічністю. Кейлони утворюються всіма зрілими диференційованими клітинами й локально впливають на незрілі клітини цієї ж тканини, здатні до поділу. Вони забезпечують гомеостаз чисельності клітинної популяції, а їхнє виділення контролюється механізмом негативного зворотного зв'язку. Зменшення чисельності популяції клітин (наприклад, втрата клітин епідермісу при пораненні або лейкоцитів при кровотечі) викликає зниження інгібуючого впливу кейлонів і зростання мітотичної активності у відповідній тканині. Кейлони беруть участь у регуляції росту тканин, загоєння ран, імунних реакцій та інших процесів.

Блокування клітинного циклу з метою затримки розмноження швидко-
корослих ракових клітин лежить в основі дії ряду препаратів, які вико-
ристовують для лікування пухлин. На жаль, ці препарати діють також на
нормальні клітини й справляють на них шкідливий вплив.

► **Робота в групах. Робота з підручником**

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст під-
ручника.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має містити коротку інформацію про регуляцію та фак-
тори мітотичної активності.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Робота із зошитом**

Під час узагальнення і систематизації знань слід провести практичну
роботу № 13 «Вивчення фаз мітозу в клітинах корінців цибулі (фіксовані
мікропрепарати)» (ЗЛПР, с. 59).

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Яку роль відіграють циклінзалежні кінази й цикліни?
- Як визначають, чи завершена та або інша фаза клітинного циклу?
- Які фактори забезпечують загальний контроль активності поділу клітин?
- Із чим може бути пов'язане підвищення активності протоонкогенів?
- Який з антионкогенів є найсильнішим та найбільш універсальним. Як фактори росту впливають на мітотичну активність?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог
зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання
ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оціню-
вання за зразком.

Зразок

До закінчення мітозу циклін:

- А) синтезується;
- Б) руйнується протеїназами;
- В) інгібується;
- Г) активується.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запи-
тання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 105

Тема уроку: Каріотип.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про каріотип.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит»
до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, ма-
люнки, що дозволяють ілюструвати каріотиби різних
організмів.

Базові поняття й терміни: каріотип, хромосоми.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Поняття каріотипу.	
2. Вивчення каріотипів.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► **Обговорення запитання**

У шимпанзе 48 хромосом і в картоплі 48 хромосом. Чому ж ці орга-
нізми такі різні?

Вивчення нового матеріалу

► **Розповідь учителя з елементами бесіди**

1. Поняття каріотипу.

Каріотип — це сукупність характеристик хромосомного комплексу
(число, розміри, форма хромосом), властива клітинам даного біологічного
виду, даного організму або лінії клітин.

Каріотипом іноді також називають і візуальне зображення повного
хромосомного набору — каріограми.

Оскільки зовнішній вигляд хромосом істотно змінюється протягом
клітинного циклу, то для опису каріотипу використовують клітини в од-

ній зі стадій їхнього поділу — метафазі мітозу. Саме в цій фазі хромосоми максимально спіралізовані й доступні для візуального вивчення.

Для процедури визначення каріотипу можуть бути використані різні популяції клітин, що діляться. Наприклад, для визначення каріотипу людини використовують або одноядерні лейкоцити, узяті із проби крові, поділ яких спеціально стимулюється, або культури клітин, які інтенсивно діляться в нормі (фібробласти шкіри, клітини кісткового мозку).

Збагачення популяції клітинної культури здійснюється зупинкою поділу клітин на стадії метафазі мітозу додаванням колхіцину — алкалоїду, що блокує утворення мікротрубочок.

Клітини в стадії метафазі фіксують, зафарбовують і фотографують під мікроскопом. З набору фотографій формують систематизований каріотип — пронумерований набір пар гомологічних хромосом, зображення яких орієнтовані вертикально короткими плечима вгору, їх нумерують відповідно до зменшення розмірів, пару статевих хромосом розміщують наприкінці набору.

Для визначення каріотипу використовують зафарбовування хромосом різними барвниками або їхніми сумішами: через відмінності у зв'язуванні барвника з різними ділянками хромосом зафарбовування відбувається нерівномірно й утворюється характерна смугаста структура, яка відображає лінійну неоднорідність хромосоми і яка є специфічною для гомологічних пар хромосом та їхніх ділянок.

Порівняння комплексів поперечних міток дозволяє ідентифікувати як гомологічні хромосоми, так і окремі їхні ділянки, що дає змогу детально визначати хромосомні аберації — внутрішньо- й міжхромосомні перебудови, які супроводжуються порушенням порядку фрагментів хромосом (делеції, дуплікації, інверсії, транслокації).

Такий аналіз має велике значення у медичній практиці, оскільки він дозволяє діагностувати ряд хромосомних захворювань, викликаних як порушеннями каріотипів (порушення числа хромосом), так і порушенням хромосомної структури.

Для позначення статевих хромосом у різних видів використовують різні символи, залежно від специфіки визначення статі таксона. Так, у більшості ссавців жіночий каріотип гомогаметний, а чоловічий — гетерогаметний, відповідно, запис статевих хромосом самки XX, самця — XY. Тим часом у птахів самки гетерогаметні, а самці гомогаметні, тобто запис статевих хромосом самки — ZW, самця — ZZ.

2. Вивчення каріотипів.

Каріотипи організмів вивчає наука каріосистематика. Це розділ систематики, що вивчає структури клітинного ядра в різних груп організмів з метою виявлення ступеня їхньої спорідненості й використання цих даних для створення природної системи тієї чи іншої групи організмів.

Каріосистематика рослин інтенсивно розвивається з початку XX століття. Уперше визначення числа хромосом у рослин провели в 1882 році Е. Страсбургер та Л. Гіньяр. А в 1915 році німецький цитолог Г. Тішлер описав хромосомні набори в 400 видів рослин. У 1967 році були описані каріотипи понад 35 000 видів квіткових рослин.

Каріосистематика тварин розвивалася повільніше, і тільки застосування сучасних методів дослідження (культура тканин, авторадіографія тощо) привело в 60–70-х рр. XX століття до її значного прогресу.

Каріосистематика дозволяє виявити види-двійники. Наприклад, було встановлено, що в межах виду Чорний пацюк, який раніше вважали єдиним (*Rattus rattus*), «ховаються» два види-двійники: 38-хромосомний вид з Європи та Західної Азії, завезений європейцями в Америку й Австралію, та 42-хромосомний вид з Південно-Східної Азії.

Каріосистематика довела, що всі породи домашніх овець походять від муфлонів, а домашніх коней — від тарпанів, але не від коня Пржевальського, як уважали раніше.

Каріосистематика має практичне значення в селекції: вивчення каріотипів схрещуваних видів має передувати дослідом з віддаленої гібридації.

Вивчення каріотипів організмів різних видів важливе для розв'язання проблем систематики, еволюційного вчення, селекційної практики.

Вивчення каріотипу людини є важливим для діагностики й профілактики спадкових захворювань людини.

Хромосомний набір здорової людини — 46 хромосом: 22 пари аутосом та 1 пара статевих хромосом (жінка — XX, чоловік — XY).

Хромосомні хвороби (синдроми) — це група вроджених патологічних станів, що проявляються аномаліями розвитку й обумовлені порушеннями числа чи структури соматичних або статевих хромосом.

Учені виявили хвороби, зумовлені порушенням числа аутосом. Наприклад, синдром Дауна — це трисомія по 21 хромосомі. Тобто замість пари 21 хромосом є три — одна зайва. Синдром Патау — це трисомія по 13 хромосомі, а синдром Едвардса — трисомія по 18 хромосомі.

Усі ці синдроми пов'язані із серйозними порушеннями в розвитку й функціонуванні організму.

Є хвороби, пов'язані з порушенням числа статевих хромосом. Наприклад, синдром Шерешевського—Тернера — це відсутність однієї X-хромосоми у жінок, тобто замість двох X-хромосом у клітинах організму є тільки одна.

Учені розробили різні методи профілактики спадкових захворювань. У багатьох містах України працюють медико-генетичні консультації, у яких можна отримати кваліфіковану допомогу щодо запобігання появи в потомства спадкових захворювань.

Деякі хвороби людини, викликані аномаліями каріотипів

Каріотипи	Хвороба	Коментар
47,XXY; 48,XXXY;	Синдром Клайнфельтера	Полісомія по X-хромосомі у чоловіків

45X0; 45X0/46XX; 45,X/46,XY	Синдром Шерешевського-Тернера	Моносомія по X-хромосомі, зокрема й мозаїцизм
47,XX, 21+; 47,XY, 21+	Синдром Дауна	Трисомія по 21-й хро- мосомі
47,XX, 18+; 47,XY, 18+	Синдром Едвардса	Трисомія по 18-й хро- мосомі
47,XX, 13+; 47,XY, 13+	Синдром Патау	Трисомія по 13-й хро- мосомі

► **Робота в групах. Робота з підручником**

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має містити коротку інформацію про каріотип.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Що називають каріотипом?
- У якій фазі мітозу беруть хромосоми для опису каріотипу?
- Які клітини можна брати для проведення процедури визначення каріотипу?
- Для чого в каріосистематиці застосовують колхіцин?
- Завдяки чому можна ідентифікувати як гомологічні хромосоми, так і окремі їхні ділянки?
- У чому полягає практичне значення знань про каріотип людини?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО)

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Хромосоми максимально спіралізовані й доступні для візуального вивчення в період:

- А) інтерфази;
- Б) *метафази*;
- В) профази;
- Г) телофази.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 106

Тема уроку: Типи клітинної репродукції. Мітоз. Ендомітоз. Амітоз.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про ендомітоз та амітоз.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати ендомітоз та амітоз.

Базові поняття й терміни: ендомітоз, амітоз.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. *Мітоз.*

2. *Ендомітоз і поліплоїдизація.*

3. *Амітоз.*

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.

Самостійна робота учнів 5 хв.

Домашнє завдання 1–2 хв.

Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► **Обговорення запитання**

Як ви гадаєте, чому існують різні типи репродукції?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Мітоз.

Мітоз (від грец. *mitos* — нитка), або непрямий поділ, — це основний спосіб поділу еукаріотичних клітин. Мітоз — це поділ клітини, що призводить до утворення двох дочірніх клітин, у кожній з яких є такий самий набір хромосом, як і в материнській.

Оскільки при мітозі на одне подвоєння ДНК припадає один поділ клітини, то цей процес зберігає сталість числа хромосом у клітинах.

Мітоз — це безперервний процес, але для зручності вивчення біологи поділяють його на чотири стадії, залежно від того, який вигляд мають у цей час хромосоми у світловому мікроскопі.

У мітозі виділяють: профазу, метафазу, анафазу й телофазу.

У профазі відбувається спіралізація ДНК, зникає ядерце й фрагментується (розпадається на частини) ядерна оболонка, хромосоми розташовуються в цитоплазмі. Наприкінці профазы починає утворюватися веретено поділу, що формується з мікротрубочок.

У метафазі завершується утворення веретена поділу, що складається з мікротрубочок двох типів: хромосомних, які із двох полюсів зв'язуються із центромерами хромосом, і центросомних (полюсних), які тягнуться від полюса до полюса клітини. Центромери хромосом ніби виштовхуються мікротрубочками в ділянку екватора клітини, утворюється так звана «метафазна пластинка».

У метафазі чітко видно подвійну будову хромосом, з'єднаних тільки в ділянці центромери. У цей період легко підраховувати число хромосом, вивчати особливості їхньої морфологічної будови.

В анафазі хроматиди подвоєних в інтерфазі хромосом розходяться до полюсів клітини.

У телофазі відбуваються процеси, зворотні тим, які спостерігаються в профазі: починається деспіралізація хромосом, вони набухають, їх погано видно у світловому мікроскопі. Навколо хромосом біля кожного полюса з мембранних структур цитоплазми формується ядерна оболонка, у ядрах з'являються ядерця. Руйнується веретено поділу.

На стадії телофазы відбувається поділ цитоплазми з утворенням двох клітин.

У результаті мітозу з однієї клітини утворюються дві дочірні з одним і тим самим набором хромосом.

Біологічне значення мітозу полягає в однаковому розподілі між дочірніми клітинами матеріальних носіїв спадковості — молекул ДНК, що входять до складу хромосом материнської клітини. Завдяки рівномірному розподілу реплікованих хромосом між дочірніми клітинами забезпечується утворення генетично рівноцінних клітин і зберігається наступність у ряді клітинних поколінь.

Мітотичний поділ клітин є цитологічною основою нестатевого розмноження організмів.

2. Ендомітоз і поліплоїдизація.

Ендомітоз — це варіант мітозу, при якому відбувається подвоєння числа хромосом усередині ядерної оболонки без її руйнування й утворення веретена поділу. При повторних ендомітозах число хромосом у ядрі може значно збільшуватися при відповідному, кратному двом, наростанні вмісту в ньому ДНК — поліплоїдії (від грец. *polyploos* — багаторазовий) і збільшенні розміру ядра.

Поліплоїдія може бути також результатом незакінчених звичайних мітозів. Основний сенс розвитку поліплоїдії полягає в посиленні функціональної активності клітини.

Подібний результат досягається при утворенні двоядерних клітин унаслідок мітотичного поділу, який не супроводжується цитотомією. При наступному мітотичному поділі такої двоядерної клітини хромосомні набори ядер об'єднуються в метафазі, призводячи до утворення двох дочірніх поліплоїдних клітин.

Наявність поліплоїдних — тетра- ($4n$) і октаплоїдних ($8n$) клітин — нормальне явище в печінці, епітелії сечового міхура, клітинах кінцевих відділів підшлункової та слинної залоз. Мегакаріоцити (гігантські клітини кісткового мозку) починають формувати кров'яні пластинки лише досягши певного рівня поліплоїдії ($16-32n$) у результаті кількох ендомітозів.

3. Амітоз.

Амітоз (або прямий поділ клітини) — це поділ клітини без утворення веретена поділу. Тривалий час поряд з мітозом і мейозом його вважали одним з основних способів поділу клітин.

Амітоз зустрічається в різних тканинах у спеціалізованих, приречених на загибель клітинах, особливо в клітинах зародкових оболонок ссавців. Клітина, що зазнає амітозу, надалі не здатна вступити в нормальний мітотичний цикл. Колишній погляд на амітоз як примітивну форму поділу ядра, на основі якого розвинувся мітоз, не підтвердився.

Прямий поділ вегетативного ядра (макронуклеусу) інфузорій, що зовні нагадує амітоз, являє собою якісно своєрідну форму поділу ядра, що виникла на основі перетворення мітозу.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про мітоз, ендомітоз та амітоз.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- У чому полягають особливості протікання ендомітозу?
- Завдяки яким процесам формується поліплоїдія?
- Для яких клітин характерна поліплоїдія?
- У чому полягають особливості протікання амітозу?
- Що відбувається в клітині в період профазы?
- У чому полягає біологічне значення мітозу?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Поліплоїдія формується в результаті:

- А) амітозу; Б) мітозу;
В) мейозу; Г) ендомітозу.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 107

Тема уроку: Мейоз. Фази мейозу. Кросинговер.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про фази мейозу.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати фази мейозу.

Базові поняття й терміни: мейоз, кросинговер.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Мейоз.	
2. Фази мейозу.	
3. Кросинговер.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Яким чином можна зберегти сталість числа хромосом під час передачі інформації від покоління до покоління при статевому розмноженні?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Мейоз.

Мейоз (від грец. *meiosis* — зменшення) — це особливий спосіб поділу клітин, у результаті якого відбувається редукція (зменшення) числа хромосом удвічі й перехід клітин з диплоїдного стану ($2n$) у гаплоїдний (n).

За допомогою мейозу утворюються спори вищих рослин і статеві клітини — гамети. У результаті редукції хромосомного набору в кожен гаплоїдну спору та гамету потрапляє по одній хромосомі з кожної пари гомологічних хромосом, наявних у даній клітині.

У ході подальшого процесу запліднення (злиття гамет) в організмі нового покоління відновлюється диплоїдний набір хромосом. Завдяки мейозу каріотип організмів даного виду в ряді поколінь залишається постійним.

Біологічне значення мейозу полягає в забезпеченні сталості каріотипу в ряді поколінь організмів даного виду, для чого в мейозі на одне подвоєння ДНК припадає два поділи клітини, що дозволяє скоротити число хромосом удвічі.

2. Фази мейозу.

Завдяки мейозу каріотип організмів даного виду в ряді поколінь залишається сталим.

Перший поділ мейозу має такі фази: профазі I, метафаза I, анафаза I, телофаза I.

У профазі I відбувається спіралізація ДНК, зникає ядерце й фрагментується (розпадається на частини) ядерна оболонка, хромосоми розташовуються в цитоплазмі. Наприкінці профазі починає утворюватися веретено поділу, що формується з мікротрубочок. Але, на відміну від мітозу, в мейозі в профазі I відбувається кон'югація — тісне зближення гомологічних хромосом. Завдяки такому тісному зближенню стає можливим процес кросинговеру.

Кросинговер — це перехреснування гомологічних хромосом, що супроводжується обміном відповідними ділянками між їхніми хроматидами. Після кросинговеру в процесі поділу розходяться вже змінені хромосоми, тобто в них уже інша комбінація генів. Кросинговер є одним із джерел комбінативної мінливості.

Завдяки кросинговеру профазі I мейозу є тривалою й протікає складно.

У метафазі I завершується формування веретена поділу. Нитки веретена прикріплюються до центромер хромосом. Центромери вишиковуються вздовж екватора клітини, утворюється метафазна пластинка.

В анафазі I гомологічні пари хромосом розходяться до полюсів клітини. У телофазі I утворюються дві диплоїдні клітини. Ці клітини відразу ж починають другий поділ.

Проміжок між двома поділами мейозу називають інтеркінезом. Інтеркінез відрізняється від інтерфази тим, що в ньому не відбувається реплікації ДНК.

Другий поділ мейозу має такі фази: профаза II, метафаза II, анафаза II, телофаза II.

Профаза II нетривала, кросинговер у ній не відбувається. У метафазі II утворюється веретено поділу, хромосоми центромерами прикріплюються до його мікротрубочок.

У метафазі II хромосоми вишиковуються своїми центромерами вздовж екватора клітини.

В анафазі II до полюсів розходяться по одному гомологу з кожної пари гомологічних хромосом.

У телофазі II відбувається поділ клітин. Із двох диплоїдних клітин утворюються чотири гаплоїдні дочірні клітини.

Отже, біологічне значення мейозу полягає в підтриманні сталості числа хромосом за наявності статевого процесу. Крім того, унаслідок кросинговеру відбувається рекомбінація — поява нових комбінацій спадкових задатків у хромосомах. Мейоз забезпечує також комбінативну мінливість — появу нових комбінацій спадкових задатків при подальшому заплідненні.

Хід мейозу перебуває під контролем генотипу організму, на нього впливають статеві гормони у тварин і фітогормони в рослин.

Окремі фази мейозу у тварин описав В. Флеммінг (1882), а в рослин — Е. Страсбургер (1888), а пізніше російський учений В. І. Беляєв. У цей же час (1887) А. Вайсман теоретично обґрунтував необхідність мейозу як механізму підтримання постійного числа хромосом. Перший докладний опис мейозу в ооцитах кролика зробив Вінівортер (1900). Вивчення мейозу триває дотепер.

3. Кросинговер.

Кросинговер — це явище обміну ділянками гомологічних хромосом під час кон'югації при мейозі.

Оскільки кросинговер вносить збурювання в картину зчепленого успадкування, його вдалося використовувати для картирування «груп зчеплення» — хромосом. Можливість картирування була заснована на припущенні про те, що чим частіше спостерігається кросинговер між двома генами, тим далі один від одного розташовані ці гени в групі зчеплення й тим частіше будуть спостерігатися відхилення від зчепленого успадкування.

Перші карти хромосом створив у 1913 році для класичного експериментального об'єкта плодової мушки *Drosophila melanogaster* Альфред Стертевант, учень і співробітник Томаса Морґана.

Кросинговер — це найважливіший механізм, що забезпечує комбінативну мінливість, один з головних факторів еволюції.

Результат кросинговеру можна виявити за новим поєднанням зчеплених генів.

У вищих організмів виявлений кросинговер також у клітинах тіла (соматичних), у цьому випадку він призводить до формування мозаїчних ознак.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Мейоз — це особливий спосіб поділу клітин, у результаті якого відбувається редукція числа хромосом удвічі й перехід клітин з диплоїдного стану ($2n$) у гаплоїдний (n).

За допомогою мейозу утворюються спори вищих рослин і статеві клітини — гамети.

Біологічне значення мейозу полягає в забезпеченні сталості каріотипу в ряді поколінь організмів даного виду, для чого в мейозі на одне подвоєння ДНК припадає два поділи клітини, що дозволяє скоротити число хромосом удвічі.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Який механізм дозволяє при мейозі скоротити число хромосом удвічі?
- Яку біологічну роль відіграє кросинговер?
- Які клітини утворюються після першого поділу мейозу?
- У чому полягає біологічне значення мейозу?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

1. Установіть відповідність між фазами мітозу й процесами, що протікають у них.

- | | |
|--|--|
| 1. Завершується формування веретена поділу. | А. Метафаза I |
| Нитки веретена прикріплюються до центромер хромосом. Центромери вишиковуються вздовж екватора клітини, утворюється метафазна пластинка | Б. Анафаза I
В. Телофаза I
Г. Анафаза II
Д. Телофаза II |

2. Гомологічні пари хромосом розходяться до полюсів клітини
3. Утворюються дві диплоїдні клітини
4. До полюсів розходяться по одному гомологу з кожної пари гомологічних хромосом

Відповідь: 1 — А, 2 — Б, 3 — В, 4 — Г.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 108

Тема уроку: Значення мейозу в процесах гаметогенезу у тварин та спорогенезу у вищих рослин. Практична робота № 14. Складання аплікаційних схем мітозу і мейозу.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про значення мейозу.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати значення мейозу.

Базові поняття й терміни: мейоз, гаметогенез.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Значення мейозу в процесах гаметогенезу у тварин.	
2. Значення мейозу в процесах спорогенезу у вищих рослин.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Яку роль відіграє мейоз у життєвому циклі рослин?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Значення мейозу в процесах гаметогенезу у тварин.

Біологічне значення мейозу полягає в підтриманні сталості числа хромосом за наявності статевого процесу. Крім того, унаслідок кросинговеру відбувається рекомбінація — поява нових комбінацій спадкових задатків у хромосомах. Мейоз забезпечує також комбінативну мінливість — появу нових комбінацій спадкових задатків при подальшому заплідненні.

Статеве розмноження — це розмноження за допомогою статевих клітин — гамет. Процес утворення гамет у тварин називають гаметогенезом. У результаті сперматогенезу утворюються чоловічі гамети (сперматозоїди), а в результаті оогенезу — жіночі гамети (яйцеклітини).

Початок гаметам дають диплоїдні ($2n$) первинні зародкові клітини, або клітини зачаткового епітелію статевих залоз організму. У людини первинні зародкові клітини відокремлюються дуже рано, уже на другому місяці розвитку зародка.

Утворення чоловічих і жіночих гамет у людини характеризується власною специфікою.

Сперматогенез має 4 періоди (фази): розмноження (мітотичний поділ), ріст, дозрівання (мейоз) і сперміогенез.

У фазі розмноження диплоїдні сперматогонії діляться кілька разів шляхом мітозу. Утворені клітини вступають у фазу росту: збільшуються в розмірах і стають диплоїдними сперматоцитами першого порядку. У фазі дозрівання в результаті першого поділу мейозу утворюються гаплоїдні ($1n$) сперматоцити другого порядку, які після другого мейотичного поділу утворюють сперматиди. У ході сперміогенезу кожна сперматίδα надалі стає сперматозоїдом.

Оогенез має 3 періоди (фази): розмноження, ріст і дозрівання. Починається оогенез на ранніх етапах ембріогенезу, а завершується для кожної даної яйцеклітини тільки після її запліднення.

У фазі розмноження диплоїдні оогонії діляться кілька разів шляхом мітозу. Утворені клітини вступають у фазу росту, збільшуються в розмірах і перетворюються в диплоїдні ооцити першого порядку (ооцити I). Ооцити I перебувають на поверхні яєчників у пухирцях-фолікулах. (Усього утворюється близько 2 мільйонів таких фолікулів, але лише близько 450 із них завершують свій розвиток.)

У фазі дозрівання в ооцитах I починається мейоз. Однак перший поділ мейозу блокується під час народження дівчинки на стадії метафази I аж до статевого дозрівання.

Після завершення статевого дозрівання приблизно щомісяця один ооцит I збільшується в розмірах (таку велику клітину, незалежно від рівня плоідності, зазвичай називають яйцем на всіх подальших стадіях оогенезу) й оточується шаром фолікулярних клітин. Фолікул збільшується в розмірах до 1 см і перетворюється на Граафів пухирець, що виступає на поверхні яєчника у вигляді горбка. Усередині Граафів пухирця ооцит I оточений рядом оболонок: плазматичною мембраною, потім жовтковою оболонкою (або прозорою оболонкою) і шаром фолікулярних клітин, що утворюють променистий вінець (яйценосний горбок).

Перед овуляцією ооцит I завершує перший поділ мейозу. У результаті утворюються дві гаплоїдні клітини ($1n$): ооцит другого порядку (ооцит II) і перше полярне тільце. При овуляції Граафів пухирець лопається, і ооцит II, оточений фолікулярними клітинами разом з першим полярним тільцем, виходить у черевну порожнину й потрапляє до фалопієвої труби. (На місці луснутого Граафів пухирця утворюється жовте тіло.)

Потім починається другий поділ мейозу, доходить до стадії метафази II, але не продовжується доти, доки ооцит другого порядку не зіллється зі сперматозоїдом. Проникнення сперматозоїда в ооцит II служить стимулом для завершення другого поділу мейозу. Після закінчення мейозу ооцит II утворює велику запліднену яйцеклітину й друге полярне тільце. Паралельно відбувається поділ першого полярного тільця. Полярні тільця дегенерують, а всі структури сперматозоїда, крім ядра, розсмоктуються.

Ядра обох гамет перетворюються в пронуклеуси й зближуються. Злиття пронуклеусів — каріогамія — відбувається пізніше. На цій стадії запліднене яйце отримує назву зиготи. Зигота вступає в перший мітоз, у ході якого відбувається об'єднання жіночого й чоловічого хромосомних наборів.

Мейоз є основою гаметогенезу, забезпечуючи редукцію числа хромосом удвічі.

2. Значення мейозу в процесах спорогенезу у вищих рослин.

У життєвому циклі рослин відбувається закономірне чергування статевого й спорового розмноження, причому саме спорогенез супроводжується редукцією числа хромосом.

У вищих спорових рослин спора являє собою одну гаплоїдну клітину, так чи інакше пристосовану до розселення й здатну дати початок новому організму при проростанні. Спори утворюються з археспоріальних клітин у спеціальних структурах (спорангіях) у процесі спорогенезу.

У міру підвищення рівня організації в ряді таксонів спори втрачають здатність до самостійного розселення. Паралельно відбувається процес диференціації спор на мікроспори й макроспори (або мегаспори). У покритонасінних рослин мегаспори діляться з утворенням зародкового мішка, що містить яйцеклітину, а мікроспори — з утворенням пилкового зерна, здатного проростати з утворенням пилкової трубки. Зародковий мішок і проросле пилкове зерно — це статеве покоління покритонасінних рослин, що втратило здатність до самостійного існування.

У покритонасінних рослин спорогенез, гаметогенез і запліднення являють собою безперервну послідовність взаємозалежних процесів.

Мегаспорогенез протікає в гінцеї. Морфологічно гінцей представлений маточкою (або маточками). До складу маточки входять: приймочка, шийка та зав'язь. Усередині зав'язі містяться насінневі зачатки (один або кілька). Внутрішній уміст насінневого зачатка являє собою нуцелус. У нуцелусі насінневого зачатка є одна археспоріальна клітина ($2n$), здатна ділитися шляхом мейозу. У результаті мейозу з материнської клітини мегаспор утворюються чотири гаплоїдні мегаспори (n). Невдовзі три з них відмирають, а одна збільшується в розмірах і тричі ділиться шляхом мітозів. У результаті утворюється восьмиядерний зародковий мішок — жіночий гаметофіт. Три ядра разом із прилеглою цитоплазмою утворюють клітини-антиподи, два ядра — одне центральне диплоїдне ядро; два ядра — дві клітини-синергіди; одне ядро стає ядром яйцеклітини.

Мікроспорогенез протікає в андроцеї. Елементом андроцею є тичинка, що складається з тичинкової нитки й пиляка. Усередині пиляка є пилкові гнізда, що містять багатоклітинну археспоріальну тканину ($2n$). Із кожної клітини материнської клітини мікроспор у результаті мейозу утворюються чотири мікроспори (n). Кожна мікроспора ділиться шляхом мітозу й утворюється двоклітинне пилкове зерно. Одна клітина пилкового зерна називається генеративною (надалі при її поділі утворюються два спермії), друга — вегетативною (це залишок вегетативних клітин чоловічого гаметофіту).

Мейоз є основою спорогенезу, забезпечуючи редукцію числа хромосом удвічі.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити короткий опис значення мейозу для гаметогенезу й спорогенезу.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Робота із зошитом*

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести практичну роботу № 14 «Складання апікаційних схем мітозу і мейозу» (ЗЛПР, с. 60).

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Яка роль мейозу в сперматогенезі?
- Яка роль мейозу в овогенезі?
- Яку плоідність мають сперматоцити другого порядку?
- Коли ооцит I порядку завершує перший поділ мейозу?
- Яка роль мейозу в спорогенезі?
- Яка кількість клітин утворює жіночий гаметофіт у квіткових рослин?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Ооцити першого порядку:

- А) гаплоїдні; Б) диплоїдні;
В) тетраплоїдні; Г) поліплоїдні.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 109

Тема уроку: Неклітинні форми життя — віруси.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про віруси.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати різні форми вірусів.

Базові поняття й терміни: віруси, капсид, пеплос.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Неклітинні форми життя.
2. Походження вірусів.
3. Будова вірусів.
4. Віруси рослин.
5. Віруси тварин і людини.
6. Бактеріофаги.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.

Самостійна робота учнів 5 хв.

Домашнє завдання 1–2 хв.

Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Чи можна вважати віруси живими, якщо в них відсутній обмін речовин?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Неклітинні форми життя.

Клітина — це елементарна структурно-функціональна одиниця живого, але є форми життя, які розмножуються тільки всередині живих клітин і, не маючи власного обміну речовин, проявляють такі властивості живого, як спадковість та мінливість. Ці форми життя вчені назвали неклітинними формами життя. До них належать віруси.

Зріла вірусна частинка складається з нуклеїнової кислоти, оточеної білками одного або кількох типів. Деякі віруси мають також зовнішню оболонку, що містить ліпіди. Жодних інших структур віруси не мають, у них відсутній власний обмін речовин, вони можуть розмножуватися тільки всередині клітин, використовуючи їхній білоксинтезуючий апарат, речовини та енергетичні ресурси. За своєю природою віруси є облігатними (обов'язковими) внутрішньоклітинними паразитами. Вірусні гени зазвичай кодують білки, необхідні для реплікації нуклеїнової кислоти та утворення вірусів.

У заражений клітині вірусний геном кодує синтез двох груп білків:

- структурних, які входять до складу вірусних частинок потомства;
- неструктурних, які обслуговують процес внутрішньоклітинної репродукції вірусу на різних його етапах, але до складу вірусних частинок не входять.

Кількість структурних білків у складі вірусної частинки варіює в широких межах залежно від складності організації віріону.

До неструктурних білків належать попередники вірусних білків, ферменти синтезу РНК і ДНК, що забезпечують транскрипцію та реплікацію вірусного геному, білки-регулятори, ферменти, що модифікують вірусні білки.

Крім вірусів, є й інші структури, які демонструють окремі властивості живого й можуть викликати захворювання в різних групах організмів, наприклад віроїди, вірусоїди та пріони.

Віроїди — це позбавлені оболонки невеликі молекули кільцевої, переважно, одноланцюгової РНК, що спричиняють захворювання в рослин.

Вірусоїди схожі на віроїди, але входять до структури вірусу-помічника й реплікуються тільки з його допомогою.

Пріони — це особливий клас інфекційних агентів, винятково білкових, що не містять нуклеїнових кислот, спричиняють важкі захворювання центральної нервової системи в людини й ряду вищих тварин.

2. Походження вірусів.

Існує кілька гіпотез, які пояснюють походження вірусів.

По-перше, учені припускають, що великі ДНК-вмісні віруси походять від більш складних внутрішньоклітинних паразитів, які втратили значну частину свого геному. І справді, великі ДНК-вмісні віруси, наприклад вірус віспи, можуть мати надлишкову інформацію.

Інші дослідники вважають, що деякі ДНК-вмісні віруси еукаріотів, можливо, походять від мобільних елементів — ділянок ДНК, здатних до самостійної реплікації в клітині.

Походження деяких РНК-вмісних вірусів пов'язують із віроїдами.

Віроїди являють собою кільцеві молекули РНК. Існує думка, що віроїди являють собою частину-«втікачку» мРНК, яка випадково набула здатності до реплікації. Білків віроїди не кодують. Відомі приклади вірусів, що містять виражені віроїдподібні ділянки, наприклад, вірус гепатиту Дельта.

Прийнято вважати, що віруси з'явилися в результаті відокремлення окремих генетичних елементів клітини, які набули здатності передаватися від організму до організму.

Як це може відбуватися?

Відомо, що в нормальній клітині здійснюються переміщення генетичних структур — мобільних елементів.

Мобільні елементи геному — це послідовності ДНК, здатні переміщатися всередині геному живих організмів. Існує кілька класів мобільних елементів геному, які відрізняються за будовою та способом переміщення.

Найпростішим різновидом мобільних елементів є інсерційні елементи, які не несуть жодної генетичної інформації, за винятком тієї, котра необхідна для транспозиції.

Транспозони — це сегменти ДНК, які контролюють власне переміщення з однієї ділянки ДНК в іншу шляхом вирізання з вихідної ділянки й впровадження в нову.

Плазміди — це фактори спадковості, розташовані в клітинах поза хромосомами. До плазмід відносять ДНК мітохондрій і хлоропластів та генетичні фактори, які не є обов'язковими компонентами клітин (наприклад, епісоми).

Такі рухливі елементи в процесі еволюції могли набути білкових оболонок і дати початок новим неклітинним формам життя — вірусам. Будучи автономними генетичними структурами, вони володіють низкою атрибутів життя, зокрема таким важливим, як здатність до еволюції. Іноді віруси виділяють в особливе царство живої природи — *Vira*.

Уперше віруси (від латин. *virus* — отрута) описав ботанік Д. Й. Івановський у 1892 році. Учений виявив, що збудник тютюнової мозаїки проходить крізь фільтр, який затримує бактерії. Учений показав, що профільтрований крізь порцеляновий фільтр екстракт рослин тютюну, заражених тютюновою мозаїкою, зберігає здатність викликати захворювання

в здорових рослин. Фільтрівний збудник ящура великої рогатої худоби виявив у 1897 році німецький бактеріолог Ф. Леффлер. Першим виявленим вірусом людини став вірус жовтої пропасниці, який виявив американський хірург В. Рід у 1901 році.

3. Будова вірусів.

Віруси, які в 1892 році відкрив ботанік Дмитро Йосипович Івановський, довго залишалися недослідженими через дуже малі розміри (від 20 до 300 нм). Тільки поява електронного мікроскопа дозволила вивчити їхню будову.

Кожна вірусна частинка складається з невеликої кількості генетичного матеріалу (ДНК або РНК), оточеного білковою оболонкою (капсидом). У віроїдів, дрібних вірусоподібних частинок, що викликають інфекційні хвороби рослин, капсид відсутній.

До складу ряду вірусів входять вуглеводи й жири. Деякі віруси, наприклад вірус герпесу, мають додаткову оболонку, що утворюється із плазматичної мембрани клітини-хазяїна.

Повністю сформовану інфекційну частинку називають віріоном.

Усередині капсиду можуть міститися потрібні для реплікації вірусу білки, такі як фермент зворотна транскриптаза, характерна для РНК-ретровірусів і необхідна для утворення молекули вірусної ДНК.

Віруси відрізняються від мікроорганізмів такими особливостями:

- вони містять нуклеїнову кислоту тільки одного типу — або ДНК, або РНК;
- для їхньої репродукції необхідна тільки нуклеїнова кислота;
- вони не здатні розмножуватися поза живою клітиною;
- поза живою клітиною вони не проявляють жодних властивостей живого.

Віруси розпізнають за наслідками їхнього розвитку в клітинах хазяїна. Вони руйнують цілі комплекси клітин, викликають ураження тканин, що спричинює різні захворювання.

Хазяїнами вірусів є рослини, тварини й мікроорганізми.

4. Віруси рослин.

Віруси рослин потрапляють усередину рослинних клітин крізь пошкодження, а не в результаті їхнього активного проникнення. У природних умовах поширення вірусів рослин відбувається шляхом прямого контакту або через переносників. Нерідко віруси потрапляють у листя крізь пошкодження, що виникли в результаті тертя листя одне об одного. Передачі вірусів можуть сприяти й рослини-паразити, переносниками багатьох вірусів є комахи. Генетичним матеріалом вірусів рослин найчастіше служить РНК.

Найкраще серед вірусів рослин вивчений вірус тютюнової мозаїки.

Вірус тютюнової мозаїки виділяють із вичавленого соку заражених рослин, він є вірусом зі спіральною симетрією. Частинки вірусу тютюнової мозаїки являють собою паличкоподібні структури завтовшки 18 нм. Цей паличкоподібний нуклеокапсид складається приблизно з 2100 капсомерів. Вони розташовані по гвинтовій лінії й утворюють порожнистий циліндр. Кожний капсомер складається з одного білкового поліпептидного ланцюга.

У стінці порожнистого циліндра між капсомерами перебуває ланцюг РНК, який теж розміщується по гвинтовій лінії.

Віруси викликають у рослин безліч хвороб. Великої шкоди завдають, зокрема, віруси, що вражають картоплю.

5. Віруси тварин і людини.

Віруси є збудниками багатьох небезпечних хвороб тварин і людини. Вони передаються при безпосередньому фізичному контакті, повітряно-краплинним шляхом та іншими способами. Віруси можуть також переноситися організмами-переносниками. Наприклад, вірус сказу переносять собаки й кажани.

Понад 10 груп вірусів є патогенними для людини. Серед них наявні як ДНК-вмісні віруси, наприклад вірус віспи, герпесу, гепатиту В, так і РНК-вмісні, наприклад вірус гепатиту А, поліомієліту, грипу, енцефаліту.

До вірусних захворювань належать також СНІД, пташиний грип, атипова пневмонія. Відомі також кілька вірусів тварин, здатних інфікувати людину. Деякі віруси можуть набути цієї здатності за певних обставин, до таких належить широко відомий останнім часом вірус пташиного грипу H_5N_1 .

6. Бактеріофаги.

Віруси, які вражають бактерії, називають бактеріофагами. Бактеріофаги (від бактерії і грец. *phagos* — пожирач; буквально — пожирачі бактерій), фаги — бактеріальні віруси, що спричиняють руйнування бактерій та інших мікроорганізмів.

Бактеріофаги складаються з ікосаедричної головки з молекулою ДНК або РНК усередині, що приєднана до спірального хвоста, на кінці якого є плоске утворення з хвостовими відростками.

Бактеріофаги — це класичний об'єкт молекулярної біології.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Віруси — це неклітинні форми життя. Кожна вірусна частинка складається з невеликої кількості генетичного матеріалу (ДНК або РНК), оточеного білковою оболонкою (капсидом). До складу ряду вірусів входять вуглеводи й жири. Деякі віруси мають додаткову оболонку, що утворюється з плазматичної мембрани клітини-хазяїна.

Віруси є внутрішньоклітинними паразитами, які вражають клітини рослин, людини й тварин, мікроорганізмів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Чому віруси називають неклітинними формами життя?
- Яку роль могли відіграти рухливі генетичні елементи в походженні вірусів?
- Чим схожі й чим відрізняються за будовою віруси рослин і віруси тварин?

- У якому вигляді представлений у вірусах генетичний матеріал?
- Яку роль можуть виконувати вірусні білки?
- Чим віруси відрізняються від мікроорганізмів?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

До складу вірусної частинки входять:

- А) тільки вірусні ДНК;
- Б) вірусні нуклеїнові кислоти й білки;
- В) вірусні нуклеїнові кислоти й вуглеводи;
- Г) вірусні нуклеїнові кислоти й ліпіди.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 110

Тема уроку: Шляхи проникнення вірусів у клітину.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про шляхи проникнення вірусів у клітину.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати шляхи проникнення вірусів у клітину.

Базові поняття й терміни: віруси.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Життєві цикли вірусів.	
2. Адсорбція вірусу на клітинній мембрані й проникнення вірусу в клітину.	
3. Механізми проникнення вірусів у клітини людини, тварин, рослин, бактерій.	
4. Експресія та реплікація вірусного геному.	
5. Перепрограмування клітини.	
6. Складання вірусів і вихід їх із клітини.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Навколо нас багато вірусів, але чимало з них не завдають нам жодної шкоди. Чому?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Життєві цикли вірусів.

Життєві цикли вірусів можуть істотно відрізнятися в різних видів. Найтипівіший процес потрапляння вірусу в клітину починається із приєднання вірусного капсиду до специфічного для даного вірусу рецептора, розташованого на поверхні мембрани клітини-мішені. Проникнення в клітину приєданого до мембрани вірусу відбувається за рахунок ендоцитозу або злиття клітинної мембрани й оболонки вірусу.

Усередині клітини-хазяїна вірусний капсид руйнується під дією клітинних ферментів, вивільняючи вірусний генетичний матеріал, на основі якого синтезуються вірусні іРНК та починається утворення вірусних білків і реплікація вірусного геному.

Потім іде самоскладання вірусних частинок. Вихід готових віріонів із зараженої клітини часто супроводжується її руйнуванням.

Можна виділити три стадії вірусної інфекції:

- адсорбція вірусу на клітинній мембрані й проникнення вірусу в клітину;
- експресія та реплікація вірусного геному;
- складання вірусів і вихід вірусів із клітини.

2. Адсорбція вірусу на клітинній мембрані й проникнення вірусу в клітину.

Зараження клітини вірусами починається з адсорбції вірусу на клітинній мембрані, що відбувається внаслідок взаємодії поверхневих білків

вірусу з мембранними рецепторами клітини. Різні віруси використовують для зв'язку з мембраною клітини різні клітинні рецептори.

Адсорбовані віруси проникають у клітину за допомогою ендоцитозу або шляхом злиття із клітинною мембраною. Опинившись у цитоплазмі, віруси звільняються від більшості білків і починають реплікуватися.

У різних тканинах або на різних поверхнях епітеліальних клітин механізми адсорбції вірусів та їхнього проникнення в клітину неоднакові.

3. Механізми проникнення вірусів у клітини людини, тварин, рослин, бактерій.

Віруси рослин, клітини яких захищені міцною оболонкою із клітковини, можуть проникати в них лише в місцях механічних ушкоджень. Переносниками цих вірусів можуть бути комахи.

Клітини тварин, що мають глікокалікс, більш вразливі для вірусів, у першу чергу через свою здатність до фаго- й піноцитозу. Захоплюючи поживні речовини, вони часто «ковтають» і зрілі вірусні частинки. Якщо клітини з'єднані одна з одною, то вірус може «мандрувати», заражаючи одну клітину за одною.

У багатьох вірусів тварин розвиваються спеціальні пристосування для проникнення в клітину. Наприклад, клітини, що вистилають дихальні шляхи, вкриті захисним шаром слизу, але вірус грипу розріджує цей слиз і проникає в мембрану клітини.

Бактеріофаги проникають у клітини бактерій за допомогою своєї незвичайної будови. Вони являють собою «живий шприц», що впорскує свою нуклеїнову кислоту в клітину хазяїна. Порожня оболонка віріону залишається зовні — вона вже не потрібна, оскільки виконала свою функцію.

4. Експресія та реплікація вірусного геному.

Після проникнення вірусів у клітину й «роздягання» вірусний геном і пов'язані з ним вірусні білки опиняються в цитоплазмі. Усередині зараженої клітини відбуваються реплікація вірусного геному й синтез структурних вірусних білків, з яких формуються нові віруси.

Існує певний порядок транскрипції вірусних іРНК, які потім транслюються з утворенням білка. Реплікація вірусного геному й складання нуклеокапсидів більшості РНК-вмісних вірусів відбуваються в цитоплазмі, а більшості ДНК-вмісних вірусів — у ядрі.

Є віруси, у яких іРНК може безпосередньо служити матрицею для синтезу білка, тому такі віруси не мають у своєму складі ферментів. В інших вірусів є РНК-полімераза, яка проникає в клітину разом з вірусним геномом. Ця вірусна РНК-полімераза здійснює транскрипцію іРНК, на якій синтезується вірусний геном.

Геноми більшості ДНК-вмісних вірусів транскрибуються в ядрі клітини-хазяїна. Синтез іРНК у цих вірусів майже повністю здійснюється за рахунок клітинних механізмів.

У ретровірусів на матриці вірусної РНК за допомогою зворотної транскриптази синтезується дволанцюгова ДНК.

5. Перепрограмування клітини.

Заражена вірусом клітина активує спеціальні механізми протівірусного захисту. Заражені клітини починають синтезувати сигнальні молекули — інтерферони, що активують системи імунітету. Ушкодження, спричинювані

розмноженням вірусу в клітині, виявляються системами внутрішнього клітинного контролю, і така клітина сама себе вбиває в ході процесу, який називають апоптозом або програмувальною клітинною смертю.

Вживання вірусу залежить від його здатності долати системи проти-вірусного захисту. Тому багато вірусів у ході еволюції набули здатності пригнічувати синтез інтерферонів і програму здійснення апоптозу. Крім цього, віруси намагаються створити в клітині цонайсприятливіші умови для свого розмноження.

Деякі віруси можуть переходити в латентний (прихований) стан і активуватися лише за певних умов. При цьому вірус успадковують дочірні клітини, й він незрідка стає складником клітинного геному. Якщо клітини потрапляють у несприятливе середовище, то вірус стає активним і починає розмножуватися.

6. Складання вірусів і вихід їх із клітини.

Щойно вірусні нуклеїнові кислоти й вірусні білки синтезовані в достатній кількості, починається складання вірусів. Приєднання нуклеїнових кислот до вірусних нуклеокапсидів у РНК-вмісних вірусів відбувається в цитоплазмі, а в ДНК-вмісних вірусів — у ядрі.

На останньому етапі репродукції віруси повинні покинути заражену клітину й не зв'язуватися знову з її поверхнею.

Вірус, що активно розмножується, не завжди вбиває клітину-хазяїна. У деяких випадках дочірні віруси відбруньковуються від плазматичної мембрани, не спричиняючи її розрив. Багато вірусів виходять із клітини шляхом відбруньковування від клітинної мембрани, здобуваючи при цьому зовнішню оболонку. У цьому разі клітина може продовжувати жити й продукувати вірус.

Вихід із клітини вірусів, що не мають зовнішньої оболонки, можливий тільки за умови загибелі клітини й розпаду її мембрани.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Життєві цикли вірусів можуть відрізнятися в різних видів, але протікають за загальною схемою. Можна виділити три стадії вірусної інфекції: адсорбція вірусу на клітинній мембрані й проникнення вірусу в клітину; експресія та реплікація вірусного геному; складання вірусів і вихід вірусів із клітини.

Механізми проникнення вірусів у клітини людини, тварин, рослин, бактерій відрізняються своїми особливостями.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- У чому полягають особливості життєвого циклу вірусів?
- Як відбувається проникнення вірусу в клітину?
- Чим відрізняються механізми проникнення вірусів у клітини людини й тварин, рослин, бактерій?
- Що відбувається після проникнення вірусу в клітину?

- Де відбувається реплікація вірусного геному ДНК-вмісних вірусів та РНК-вмісних вірусів?
- Як здійснюється складання вірусів і вихід їх із клітини?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Фермент, за допомогою якого в ретровірусів на матриці вірусної РНК синтезується дволанцюгова ДНК, називається:

- А) ДНК-полімераза; Б) зворотна транскриптаза;
В) РНК-полімераза; Г) ДНК-залежна ДНК-полімераза.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОКИ № 111—112

Тема уроків: Вірусні захворювання людини, рослин і тварин. ВІЛ-інфекція/СНІД, профілактика і лікування. Заходи профілактики поширення вірусних захворювань.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про вірусні захворювання та їхню профілактику.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати вірусні захворювання та їхню профілактику.

Базові поняття й терміни: ВІЛ-інфекція/СНІД, профілактика.

Тип уроку: урок-семінар.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Обговорення питань семінару 83 хв.

1. Вірусні захворювання людини, рослин і тварин.
2. ВІЛ-інфекція/СНІД, профілактика і лікування.
3. Заходи профілактики поширення вірусних захворювань.

Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Обговорення питань семінару

1. Вірусні захворювання людини, рослин і тварин.
2. ВІЛ-інфекція/СНІД, профілактика і лікування.
3. Заходи профілактики поширення вірусних захворювань.

► Інформаційні матеріали до семінару

Шляхи поширення вірусних захворювань

Віруси здатні істотно впливати на життя людини, тому що можуть викликати захворювання різного ступеня тяжкості. Є дві групи вірусних захворювань:

- вірусні хвороби, якими хворіє тільки людина;
- вірусні хвороби, які передаються від тварин людині.

Основні шляхи передачі вірусної інфекції.

Харчовий шлях, при якому вірус потрапляє в організм людини із забрудненими продуктами харчування та водою (вірусний гепатит А, Е тощо).

Парентеральний (або через кров), при якому вірус потрапляє безпосередньо в кров або внутрішнє середовище людини. Це відбувається переважно при маніпуляції зараженими хірургічними інструментами або шприцями, при незахищеному статевому контакті, а також трансплацентарно від матері до дитини. Таким шляхом передаються нестійкі віруси, що швидко руйнуються в навколишньому середовищі, наприклад вірус гепатиту В, ВІЛ, вірус сказу.

Дихальний шлях, для якого властивий повітряно-краплинний механізм передачі, при якому вірус потрапляє в організм людини разом із вдихуваним повітрям, що містить частинки мокротиння та слизу хворої людини або тварини. Це найнебезпечніший шлях передачі, оскільки з повітрям вірус може переноситися на значні відстані й викликати епідемії. Так передаються, наприклад, віруси грипу, парагрипу, паротиту, вітряної віспи.

Контактний шлях. Коли хворий витирає ніс або сякається, інфікований слиз потрапляє йому на руки. Потім при прямому контакті (рукоштовання) або через інші предмети (наприклад, дверні ручки, кухонне начиння, спільні рушники, іграшки, телефон) вірус потрапляє на руки іншої людини.

Більшість вірусів характерні тільки для того чи іншого органа. Наприклад, віруси гепатиту розмножуються переважно в клітинах печінки. За типом органів-мішеней, які уражуються під час тієї чи іншої хвороби, виділяють такі види вірусних захворювань: кишкові, респіраторні (дихальні),

ті, що вражають центральну й периферичну нервову систему, внутрішні органи, шкіру й слизові оболонки, судини, імунну систему тощо.

За місцем локалізації вірусної інфекції виділяють локальні й загальні вірусні інфекції. При локальних вірусних інфекціях вірус розмножується в місці його проникнення в організм, наприклад слизовій оболонці дихальних шляхів, і не проникає у внутрішнє середовище організму. Така форма захворювання характеризується коротким часом з моменту проникнення вірусу в організм до появи симптомів хвороби й слабким постінфекційним імунітетом.

При загальних вірусних інфекціях первинне розмноження вірусу на місці його проникнення в організм змінюється стадією проникнення вірусу в кров, з потоком якої він розноситься в різні органи, де викликає вторинні пошкодження. Для таких інфекцій властивий тривалий інкубаційний період, а імунітет, що залишається після перенесеного захворювання, як правило, тривалий час захищає організм від повторного зараження цим самим вірусом.

Профілактика ВІЛ-інфекції, гепатитів та інших вірусних захворювань людини

Інфекційні вірусні захворювання виникають при трьох основних факторах: наявності джерела інфекції, сприятливих умовах для поширення збудників та сприйнятливої до захворювання людини. Якщо усунути із цього ланцюга хоча б одну ланку, епідемічний процес припиняється.

Найефективнішим способом боротьби з вірусними захворюваннями є їхня профілактика. Принципи профілактики вірусних захворювань ґрунтуються на основі знань про будову й особливості життєвих циклів вірусів.

Профілактика інфекційних хвороб — це система комплексних заходів, до яких входять: попередження появи інфекційних захворювань, обмеження поширення інфекційних захворювань, ліквідація конкретних інфекційних хвороб шляхом створення в людини імунітету до них. У процесі профілактики вірусних інфекційних захворювань проводять спеціальні заходи, діагностичні дослідження, застосовують різноманітні лікувально-профілактичні засоби.

Профілактичні заходи проводять за трьома напрямками: вплив на джерело інфекції, тобто знешкодження цього джерела; розрив шляхів передачі інфекції; підвищення несприйнятливості людей до інфекційних захворювань. Важливе значення мають своєчасне виявлення інфекційних хворих, рання ізоляція й госпіталізація таких хворих. Для розриву шляхів передачі інфекції необхідно контролювати дотримання правил особистої та громадської гігієни.

До специфічної профілактики вірусних захворювань належать:

- діагностика — проведення вірусологічних та інших досліджень для виявлення й ідентифікації збудників хвороб;

- застосування спеціальних лікувально-профілактичних засобів, що попереджають зараження людини й підвищують природну стійкість до вірусів;
- імунопрофілактика — попередження певних інфекційних хвороб шляхом проведення імунізації задля створення штучного імунітету.

Сучасні методи вакцинації та імунізації поділяють на три основні групи. По-перше, це використання ослабленого штаму вірусу, який стимулює в організмі продукування антитіл, котрі ефективно діють проти більш патогенного штаму. По-друге, введення вбитого вірусу, який також індукуює утворення антитіл. Третій варіант — «пасивна» імунізація, тобто введення вже готових «чужих» антитіл.

Систему протиепідемічних заходів, спрямованих на ізоляцію вогнища зараження й ліквідацію інфекційних захворювань у ньому, називають карантинном. Наприклад, при гепатиті А тривалість карантину становить 35 днів.

Особливо важливою є профілактика ВІЛ-інфекцій.

ВІЛ — це добре вивчений вірус, і кожна людина може використовувати знання про нього, щоб захистити себе. Оскільки ВІЛ-інфекція невиліковна, то головним знаряддям у боротьбі з поширенням інфекції є профілактика — запобігання нових заражень.

Тестування на ВІЛ, згідно із законодавством України, добровільне й безкоштовне. Інформація про результати обстеження конфіденційна. У кожному обласному центрі є центри боротьби зі СНІДом. У районних лікарнях беруть кров для аналізу на ВІЛ-інфекцію, а подальшу лабораторну діагностику проводять в обласних центрах.

Інформацію про те, чи є в організмі людини ВІЛ, дає тестування. Про що свідчить результат аналізу? Негативний результат означає, що в крові людини антитіла не знайдені, вона не заражена ВІЛ. Слід знати про те, що негативний результат не означає, що людина несприйнятлива до інфекції. Вона може заразитися пізніше, якщо потрапить у ризиковану ситуацію.

Позитивний результат свідчить про те, що в крові людини виявлені антитіла. Це означає, що людина інфікована ВІЛ. Остаточний діагноз ставлять тільки після повторних тестів. Позитивний результат не означає, що в людини є СНІД. Це свідчить про те, що в неї наявна ВІЛ-інфекція й що вона може інфікувати вірусом інших людей, якщо буде давати їм свій шприц або здійснювати статевий акт без презерватива.

Профілактика СНІДу тісно пов'язана зі здоровим способом життя. Здоровий спосіб життя істотно знижує ризик зараження ВІЛ. Якщо людина усвідомлює важливість своїх рішень, пов'язаних зі збереженням здоров'я, розуміє шляхи передачі вірусу, небезпеку СНІДу, його фактичну невиліковність, то вона зуміє уникнути небезпечних ситуацій. Відсутність інформації, невміння захищати свій власний інтерес призводить до ризикованої поведінки, інфікування ВІЛ. До груп ризику належать люди, які вживають наркотики, ведуть безладне статеве життя, порушують норми моралі. У небезпечному становищі опиняються й необізнані підлітки.

Особистим захистом від ВІЛ є:

- наявність моральності й відсутність ранніх статевих зв'язків;
- відмова від наркотиків;
- використання презерватива;
- знання про шляхи передачі вірусу.

Інформація про способи поширення й профілактики інших вірусних захворювань представлена в таблиці.

Основні хвороби людини, що спричинюються вірусами

Грип	
Збудник	Міковірус одного із трьох типів — А, В і С — із різним ступенем вірулентності
Частини тіла, що зазнають ураження	Дихальні шляхи: епітелій, що вистилає трахеї та бронхи
Спосіб поширення	Краплинна інфекція
Тип вакцинації	Убитий вірус: штаму убитого вірусу повинен відповідати штамові вірусу, який спричинює захворювання
Застуда	
Збудник	Найрізноманітніші віруси, найчастіше риновіруси (РНК-вмісні віруси)
Частини тіла, що зазнають ураження	Дихальні шляхи: зазвичай тільки верхні
Спосіб поширення	Краплинна інфекція
Тип вакцинації	Живий або інактивований вірус вводять шляхом внутрішньом'язової ін'єкції. Вакцинація не дуже ефективна, оскільки існує безліч найрізноманітніших штамів риновірусів
Віспа	
Збудник	Вірус натуральної віспи (ДНК-вмісний вірус), один із вірусів віспи
Частини тіла, що зазнають ураження	Дихальні шляхи, потім шкіра
Спосіб поширення	Краплинна інфекція (можлива контагіозна передача крізь рани на шкірі)

Продовження таблиці

Тип вакцинації	Живий ослаблений (атенуїрований) вірус вносять у подряпину на шкірі; нині не застосовують
Корова краснуха (краснуха)	
Збудник	Вірус краснухи
Частини тіла, що зазнають ураження	Дихальні шляхи, шийні лімфатичні вузли, очі й шкіра
Спосіб поширення	Краплинна інфекція
Тип вакцинації	Живий атенуїрований вірус; вакцинація необхідна здебільшого для дівчаток, оскільки хвороба згодом дає ускладнення під час вагітності
Епідемічний паротит (свинка)	
Збудник	Параміксовірус (РНК-вмісний вірус).
Частини тіла, що зазнають ураження	Дихальні шляхи, потім генералізована інфекція по всьому тілу через кров; найбільше уражуються слинні залози, а в дорослих чоловіків також і сім'яники
Спосіб поширення	Краплинна інфекція (або контагіозна передача через рот із заразною слиною)
Тип вакцинації	Живий атенуїрований вірус
Кір	
Збудник	Параміксовірус (РНК-вмісний вірус)
Частини тіла, що зазнають ураження	Дихальні шляхи (від ротової порожнини до бронхів), потім переходить на шкіру й кишечник
Спосіб поширення	Краплинна інфекція
Тип вакцинації	Живий атенуїрований вірус
Жовта пропасниця	
Збудник	Арбовірус, тобто вірус, який переносять членистоногі (РНК-вмісний вірус)

Закінчення таблиці

Частини тіла, що зазнають ураження	Вистилка кровоносних судин і печінка
Спосіб поширення	Переносники — членистоногі, наприклад кліщі, комарі
Тип вакцинації	Живий атенуїрований вірус (дуже важливо також контролювати чисельність можливих переносників)
Поліомієліт (дитячий параліч)	
Збудник	Вірус поліомієліту (пікорнавірус; РНК-вмісний вірус), відомо три штами
Частини тіла, що зазнають ураження	Глотка й кишечник, потім кров; іноді рухові нейрони спинного мозку, тоді може наступити параліч
Спосіб поширення	Краплинним шляхом або через людські випорожнення: а) через воду або продукти, забруднені екскрементами хворих; б) через забруднені предмети; в) переносниками можуть бути комахи, наприклад мухи, що перелітають із фекалій на продукти
Тип вакцинації	Живий атенуїрований вірус вводять перорально, зазвичай на шматочку цукру

Особливості поведінки в місцях, де можливе зараження вірусами

Знаючи особливості поширення вірусів, учені розробляють правила поведінки в місцях, де можливе зараження вірусами.

Наприклад, для захисту населення, яке проживає в тих регіонах, де зареєстровані випадки пташиного грипу, рекомендується:

- уникати контакту зі свійськими та дикими птахами людям, які не беруть участі в догляді за ними;
- заборонити всім особам, за винятком працівників птахівницьких господарств, відвідування ферм, де хворіли птахи;
- у разі виявлення мертвої птиці на домашніх подвір'ях громадян негайно повідомити в місцеву ветеринарну службу;
- при контакті з інфікованими птахами, а також іншими об'єктами, забрудненими фекаліями (наприклад, сарай), необхідно обов'язково

використання захисного одягу (маски, захисні окуляри, халати, гумові чоботи й рукавички);

- після закінчення роботи використаний одяг зняти, вимити руки, випрати одяг у гарячій мильній воді, прийняти душ. Одяг краще сушити на сонці. Рукавички, поліетиленові пакети та інші предмети одноразового використання знищити.

Правила поведінки в зоні, де існує можливість зараження свинячим грипом, такі:

- уникати контактів з людьми, які мають вигляд хворих і кашляють;
- дотримуватися правил поведінки та гігієни (прикривати рот і ніс при кашлі й чханні одноразовою серветкою, яку після цього слід викинути);
- якнайчастіше мити руки з милом і протирати вологою серветкою предмети загального користування, такі як дверні ручки й телефонні слухавки);
- тим, хто контактує з людьми, у яких є ознаки грипу, потрібно прикривати рот і ніс маскою;
- важливо ретельно готувати свинину — вірус гине при температурі 70 °C.

Якщо ж ви перебуваєте в ситуації, коли існує можливість зараження звичайними формами грипу, то дотримуйтесь таких правил:

- намагайтесь уникати контактів з людьми, які мають симптоми застуди;
- зробіть щеплення від грипу;
- підвищуйте свій імунітет.

► *Запитання до семінару*

- Що ви знаєте про основні шляхи передачі вірусної інфекції?
- Які принципи профілактики вірусних захворювань вам відомі?
- Як здійснюється специфічна профілактика вірусних захворювань?
- Які методи вакцинації та імунізації використовують для профілактики вірусних захворювань?
- Чому профілактика СНІДу тісно пов'язана зі здоровим способом життя?
- Що ви знаєте про особливості поведінки в місцях, де можливе зараження вірусами?

Домашнє завдання

Прочитати відповідні параграфи підручника, дати відповіді на запитання після параграфів.

Підбиття підсумків семінару

Тема уроку: Місце вірусів у системі органічного світу. Пріони.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про роль вірусів у природі.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати роль вірусів у природі.

Базові поняття й терміни: віруси.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.

1. Місце вірусів у системі органічного світу.
2. Будова, властивості й життєві цикли пріонів.
3. Хвороби людини, що спричинюються пріонами.
4. Роль пріонів у природі й житті людини.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► *Обговорення запитання*

Чи відіграють віруси яку-небудь роль у природі?

Вивчення нового матеріалу

► *Розповідь учителя з елементами бесіди*

1. Місце вірусів у системі органічного світу.

За своєю чисельністю віруси — одна з найпоширеніших форм існування органічної матерії на планеті. Вони є внутрішньоклітинними паразитами всіх відомих царств живих організмів. Оскільки віруси мають генетичні зв'язки з представниками флори й фауни Землі, то з їхньою допомогою

може відбуватися горизонтальне перенесення генів від однієї систематичної групи організмів до іншої. У цьому полягає важлива еволюційна роль вірусів.

Віруси поширені в природі скрізь. Вони вражають усі групи живих організмів. Описано близько 500 вірусів, які вражають теплокровних хребетних, і понад 300 вірусів, які вражають вищі рослини. Деякі види ракових пухлин у тварин і, можливо, у людини мають вірусну природу.

Будучи інфекційними агентами, віруси мають не тільки основних господарів, але й інших, у яких вони розмножуються, а шкоди не завдають. Наприклад, вірус сказу в природі зберігається серед гризунів, для яких зараження цим вірусом не є смертельним. Природним резервуаром для вірусів кінських енцефалітів, особливо небезпечних для коней і в дещо меншій мірі для людини, є птахи. Ці віруси переносяться кровосисними комарами, у яких вірус розмножується без істотної шкоди для комара. Іноді віруси можуть передаватися комахами пасивно, тобто без розмноження в них, але найчастіше віруси розмножуються в тих організмах, які є переносниками вірусів.

Для багатьох вірусів, наприклад вірусу кору, вірусу герпесу, основним природним резервуаром є людина. Ці віруси передаються повітряно-краплинним або контактним шляхом.

Репродукцію вірусів у природі підтримують різні організми: бактерії, гриби, найпростіші, рослини, тварини. Наприклад, комахи часто страждають від вірусів, які накопичуються в їхніх клітинах у вигляді великих кристалів. Рослини нерідко вражаються дрібними із простою будовою РНК-вмісними вірусами. Ці віруси навіть не мають спеціальних механізмів для проникнення в клітину. Вони переносяться комахами (які живляться клітинним соком), круглими червами та контактним способом, заражаючи рослину при її механічному пошкодженні.

Багато вірусів не можуть довго зберігатися в природі при низькій густоті розселення виду-хазяїна. Наприклад, нечисленність популяцій первісних мисливців і збирачів рослин створювала несприятливі умови для існування деяких вірусів, тому цілком імовірно, що певні віруси людини виникли пізніше, з появою міських і сільських поселень.

Віруси спричиняють інфекційні захворювання в різних груп організмів. До серйозних вірусних захворювань тварин можна віднести ящури великої рогатої худоби, бешихове запалення у свиней, чуму птахів і міксоматоз кроликів.

Вірусне зараження рослин зазвичай призводить або до появи жовтих плямочок на листі (так званої мозаїки листя), або до зморшкватості чи карликовості листя. Також віруси викликають затримку росту рослин, що пізніше призводить до зниження врожаю. Ряд серйозних захворювань викликають віруси жовтої мозаїки турнепсу, тютюнової мозаїки, карликової кущистості томатів і «бронзовистості» томатів. Поява смужок на пелюстках деяких сортів тюльпанів також зумовлена вірусом.

2. Будова, властивості й життєві цикли пріонів.

Пріони (від англ. *proteinaceous infectious particles* — білкові інфекційні частинки) — це особливий клас інфекційних агентів, що складаються з білків і не містять нуклеїнових кислот. Пріони викликають важкі захворювання центральної нервової системи в людини й ряду вищих тварин. Такі захворювання називають «повільними інфекціями».

Пріонний білок має аномальну тривимірну структуру й здатний спричиняти структурне перетворення гомологічного (тобто схожого на нього) нормального клітинного білка на собі подібний (пріонний). Пріон приєднується до білка-мішені й змінює його конформацію: зазвичай пріонний стан білка характеризується переходом α -спіралей білка в β -шари.

Історія відкриття пріонів.

У другій половині XX століття лікарі зіштовхнулися з незвичайним захворюванням людини — поступово прогресуючим руйнуванням головного мозку, що відбувається в результаті загибелі нервових клітин. Це захворювання одержало назву губчастої енцефалопатії. Схожі симптоми були відомі давно, але спостерігалися вони не в людини, а у тварин.

У 1996 році у Великобританії з'явилася нова форма захворювання, яку назвали «новий варіант хвороби Крейтцфельдта—Якоба». А в 1992–1993 роках спостерігалось поширення «коров'ячого сказу» у Великобританії, який у 2001 році охопив кілька європейських держав.

Учені виявили, що у всіх випадках причиною захворювання були пріони. За дослідження пріонів у 1997 році американський лікар Стенлі Прузінер отримав Нобелівську премію.

Пріонні білки існують у двох конформаціях: нормальній і патогенній, пріоновій. Нормальні білки — природні компоненти клітини, — зустрічаючись із пріонами, можуть перетворюватися в пріони. Діяльність клітини з такими білками порушується, вона гине. Вивільнений пріон здатний проникати в сусідні клітини, також викликаючи їхню загибель.

Учені ще не вивчили до кінця механізм спонтанного виникнення пріонних інфекцій. Можливо, пріони утворюються в результаті помилок у біосинтезі білків. Існують дані, які дають підставу вважати, що пріони є не тільки інфекційними агентами, але й беруть участь у процесах генетично зумовленого старіння.

Життєвий цикл пріонів має свої особливості. У нормальних умовах пріони — це нешкідливі клітинні білки, однак вони мають природну здатність перетворюватися в стійкі структури, що є причиною кількох смертельних захворювань головного мозку в людей і тварин.

Отже, цикл пріонів здійснюється за допомогою трансформації нормального клітинного білка в пріон при зіткненні з пріоном.

Пріонові хвороби можуть бути спадковими, передаватися від хворої до здорової тварини чи людини або виникати спонтанно. Уражена ділянка мозку має характерну губчасту структуру, яка свідчить про значне ураження нервових клітин, що призводить до виражених неврологічних симптомів, таких як зниження тону м'язів, недоумство, втрата пам'яті й безсоння.

Перебіг овечого пріонового захворювання залежно від роду пріонів різноманітний — від дуже швидкого, з практично раптовою загибеллю, до тривалого й затяжного.

Пріони дуже стійкі до звичайних методів дезінфекції. Іонізуюче, ультрафіолетове або мікрохвильове випромінювання на них майже не діє. Засоби для дезінфекції, які зазвичай використовують у медичній практиці, діють на них лише в обмеженій мірі.

Пріони стійкі до дії високих температур. Вони виживають при 134 °C впродовж 18 хвилин.

Одним з перших добре вивчених пріонних білків став білок PrP (від англ. *prion-related protein* або *protease-resistant protein*). Відомо, що цей білок може існувати у двох конформаціях — «здоровій», яку він має в нормальних клітинах, і «патологічній», пріонній.

3. Хвороби людини, що спричиняються пріонами.

Найбільш відомими пріонними інфекціями, пов'язаними з ураженням головного мозку, є хвороба Крейтцфельда — Якоба, фатальне сімейне безсоння, хвороба Куру, синдром Герстмана — Штройслера — Шейнкера. Ці захворювання називають губчастими енцефалопатіями, вони є повільними інфекціями, що викликають ураження сірої речовини головного мозку й призводять до рухових порушень, психічних розладів, недоумства, насамкінець, до смерті.

В організмі людини пріони можуть з'являтися по-різному.

По-перше, людина може заразитися пріонами, що містяться в їжі, оскільки вони не руйнуються ферментами травного тракту. Проникаючи крізь стінку тонкого кишечника, вони насамкінець потрапляють у центральну нервову систему. Саме так відбувалося поширення нового варіанта хвороби Крейтцфельда — Якоба, якою люди заражаються після вживання в їжу яловичини, що містить нервову тканину з голів худоби, хворих бичачою губчастою енцефалопатією.

По-друге, за певних умов в організмі людини може статися спонтанна трансформація пріонного протеїну в пріон. Так виникає спорадична хвороба Крейтцфельда — Якоба, яка була вперше описана в 1920 році. Учені припускають, що спонтанне виникнення цієї хвороби пов'язане з тим, що в нормі в людському тілі постійно виникає невелика кількість пріонів, які ліквідуються клітинним апаратом Гольджі. Порушення цієї здатності може призвести до підвищення рівня пріонів вище за припустиму межу норми й до їхнього подальшого неконтрольованого поширення. Причиною виникнення спорадичної хвороби Крейтцфельда — Якоба, згідно із цією теорією, є порушення функції апарату Гольджі в клітинах.

По-третє, є особлива група пріонових захворювань, які являють собою спадкові хвороби, спричинювані мутацією гена пріонового протеїну (білка), котра призводить до перетворення їх у пріони. До цієї групи спадкових захворювань належить і спадкова форма хвороби Крейтцфельда — Якоба.

Із деяких експериментів відомо, що для виникнення пріонів у тканині достатньо лише тимчасового контакту тканини з матеріалом, що містить

пріони, наприклад, у зв'язку з використанням хірургічних інструментів, заражених пріонами.

Незважаючи на незначну кількість явних випадків пріонних захворювань у людей, багато фахівців вважають, що є високий ступінь небезпеки «повільних» інфекцій для людини.

4. Роль пріонів у природі й житті людини.

Насамперед, пріони є інфекційними агентами, що спричиняють захворювання людини й тварин. Але вчені вважають, що пріони виконують певні функції в нормальних біохімічних та фізіологічних процесах. Так, існує гіпотеза, що через пріони здійснюється механізм генетично обумовленого старіння, блок PrP входить до складу зовнішніх клітинних мембран, бере участь в ендоситозі, необхідний для нормальної синаптичної функції.

Учені припускають, що пріони беруть участь у міжклітинному упізнанні й клітинній активації. Установлено також, що клітинний пріонний білок підтримує добові ритми активності й спокою в клітинах, тканинах, органах і в організмі в цілому. Цей білок відіграє роль своєрідного заспокійника, з певною періодичністю гальмуючи активність клітин, тканин і організму в цілому.

Відомо, що у своїй нормальній формі пріони відповідають за зв'язок між нейронами. Можливо, пріони відіграють роль перемикачів у багатьох важливих біологічних процесах.

Загалом, можна зазначити, що функції пріонів вивчені ще недостатньо.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про роль вірусів і пріонів у природі.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Чому саме віруси можуть здійснювати горизонтальне перенесення генів від однієї систематичної групи організмів до іншої?
- Яка роль вірусів у природі?
- Які природні резервуари вірусів ви знаєте?
- Які вірусні захворювання рослин вам відомі? До яких наслідків вони призводять?
- Які вірусні захворювання тварин вам відомі? До яких наслідків вони призводять?
- Які вірусні захворювання людини вам відомі? До яких наслідків вони призводять?
- Чим пріони відрізняються від вірусів?
- У чому особливості життєвого циклу пріонів?

- Чи можна ліквідувати пріони за допомогою високої температури й звичайних засобів дезінфекції?
- Що спільного в перебігу захворювань, які спричинюються пріонами?
- Чи може людина заразитися пріонами, що містяться в їжі?
- Яку роль відіграють пріони в природі й житті людини?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на основі складання ними тестових завдань у рамках вимог зовнішнього незалежного оцінювання за зразком.

Зразок

Важлива еволюційна роль вірусів полягає в тому, що вони:

- А) викликають інфекційні захворювання;
- Б) здійснюють горизонтальне перенесення генів від однієї систематичної групи організмів до іншої;
- В) є внутрішньоклітинними паразитами;
- Г) не мають власного обміну речовин.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ № 2

Урок № 114. Вивчення зміни проникності цитоплазми при пошкодженні цілісності клітини.

Урок № 115. Вивчення потреб рослини в хлорофілі.

Урок № 116. Дослідження продуктів фотосинтезу.

Урок № 117. Вимірювання швидкості фотосинтезу.

Урок № 118. Дослідження умов, необхідних для перебігу фотосинтезу.

Під час проведення лабораторного практикуму можна використовувати ЗЛПР (с. 78—94).

РОЗДІЛ IV. ОРГАНІЗМЕННИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИВОЇ ПРИРОДИ (54 ГОДИНИ)

Тема 9. Організм як біосистема: структурні елементи та основні процеси (28 годин)

Вивчаючи цю тему, учні дізнаються:

- про процеси життєдіяльності організмів;
- методи вивчення і способи класифікації організмів;
- одноклітинних про- та еукаріотів, колоніальні організми;
- структурні елементи багатоклітинних організмів.

Вивчаючи цю тему, учні навчаться:

- наводити приклади одноклітинних та колоніальних організмів;
- пояснювати принципи класифікації тканин;
- розкривати значення процесів диференціації клітин, регенерації тканин, спеціалізації органів;
- робити висновок, що взаємозв'язок клітин, тканин, органів та їхніх систем — основа цілості багатоклітинного організму.

УРОК № 119

Тема уроку: Загальна характеристика організменого рівня організації живої природи: склад, структура, основні процеси, значення у природі.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про організменний рівень організації живої природи.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати рівні організації живої матерії.

Базові поняття й терміни: рівні організації природи.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
<i>Рівні організації живої природи</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про рівні організації живої природи?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

Рівні організації живої природи.

Уся жива природа побудована за ієрархічним принципом. Для неї характерними є різні рівні організації структур, між якими існує складна супідрядність. Життя на кожному рівні його організації вивчають відповідні галузі біології.

На молекулярному рівні проходить межа між живим і неживим. Молекулярний рівень живого вивчають такі науки, як біохімія, молекулярна біологія, молекулярна генетика, ензимологія тощо. Предметом дослідження цих наук є структурно-функціональні особливості молекул нуклеїнових кислот, білків, вуглеводів, ліпідів та інших біологічних молекул. На цьому рівні відбуваються основні процеси життєдіяльності, такі як обмін речовин, харчування, дихання, подразливість.

Клітинний рівень організації живого вивчають такі науки, як цитологія, цитофізіологія, цитогенетика. Предметом цих наук є вивчення структурно-функціональної організації клітин, що виступають як самостійні організми (наприклад, бактерії, одноклітинні тварини та рослини), і клітин, що входять до складу багатоклітинних організмів.

Клітини, що мають спільне походження та виконують схожі функції, утворюють тканини. Тканинний рівень організації живого вивчає наука гістологія. Предметом гістології є вивчення структурно-функціональної організації різних типів тканин. Оскільки тканини утворюють органи, часто говорять про органно-тканинний рівень організації живого, характерний тільки для багатоклітинних організмів.

Організменний рівень організації живого — це рівень цілісного організму. Його вивчають багато біологічних наук, наприклад анатомія, фізіологія, ембріологія, біологія розвитку тощо.

Організми утворюють біологічні системи надорганізменного рівня — популяції та види, тому виділяють популяційно-видовий рівень організації живого. Цей рівень вивчають такі науки, як систематика, популяційна генетика, популяційна екологія, еволюційна біологія, тощо. Предметом вивчення цих наук є генетичні, екологічні й еволюційні характеристики популяцій та видів.

Існують системи надорганізменного рівня більш складні, ніж вид. Так, історично складену сукупність рослин, тварин, мікроорганізмів, які населяють ділянку суші або водойми і характеризуються певними відносинами як між собою, так і з іншими абіотичними чинниками навколишнього середовища, називають біоценозом. Виділяють біоценотичний рівень організації живого, який вивчає наука біоценологія.

Біогеоценотичний рівень організації живого є ще складнішим. Біогеоценоз — це сукупність організмів різних видів та різної складності організації з усіма чинниками певного середовища існування — компонентами атмосфери, гідросфери та літосфери. Біогеоценологія — це наука, що вивчає структуру й основні функції біогеоценозу — акумуляцію та перерозподіл енергії.

Біосферний рівень організації живого — це найвищий рівень організації життя на нашій планеті. Біосфера — оболонка Землі, заселена живими організмами, яка перебуває під їхнім впливом та зайнята продуктами їхньої життєдіяльності; глобальна екосистема Землі. Наука, що вивчає виникнення, еволюцію, структуру та механізми функціонування біосфери, називається біосферологією. Вона ґрунтується на вченні В. І. Вернадського про біосферу.

Але не можна забувати про те, що природа не знає про наш розподіл на науки, вона єдина, і рівні організації живого тісно пов'язані між собою.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про рівні організації природи.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

Який рівень організації живого є найвищим на нашій планеті? Доведіть свою думку.

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на складанні ними тестових завдань у рамках вимог ЗНО за зразком.

Зразок

Установіть відповідність між організмами та таксонометричними одиницями, до яких вони належать:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. Манта | А. Тип Кільчасті черви |
| 2. Дощовий черв'як | Б. Клас Земноводні |
| 3. Тутовий шовкопряд | В. Тип Членистоногі |
| 4. Гребінчастий тритон | Г. Клас Хрящові риби |
| | Д. Клас Плазуни |

Відповідь: 1–Г, 2–А, 3–В, 4–Б.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 120

Тема уроку: Процеси життєдіяльності організмів: живлення, дихання, виділення, обмін речовин і енергії, транспорт речовин, розмноження, подразливість, рух.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про процеси життєдіяльності організмів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати процеси життєдіяльності організмів.

Базові поняття й терміни: живлення, дихання, виділення, обмін речовин і енергії, транспорт речовин, розмноження, подразливість, рух.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.
 Процеси життєдіяльності організмів
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.
Самостійна робота учнів 5 хв.

Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про властивості живого?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

Процеси життєдіяльності організмів.

Живі системи мають ознаки, що відсутні в багатьох неживих систем. Однак серед цих ознак немає жодної такої, яка була б властива лише живому. Можливий спосіб описати життя — це назвати основні властивості живих систем. Життя — це особливий стан матерії, який характеризується властивостями.

► Запитання до учнів

— Назвіть властивості живих систем.

Учитель вислуховує відповіді учнів, коментує і доповнює їх. Згадується матеріал, що був вивчений на уроці № 11.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про процеси життєдіяльності організмів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

Доведіть, що живе відрізняється від неживого.

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на складанні ними тестових завдань у рамках вимог ЗНО за зразком.

Зразок

Віруси можна віднести до живих організмів, оскільки:

- А) вони мають клітинну будову;
- Б) у них відбувається обмін речовин;
- В) їм притаманні спадковість і мінливість;
- Г) вони використовують різні способи живлення.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 121

Тема уроку: Методи вивчення і способи класифікації організмів. Практична робота № 18. Визначення груп організмів за способом живлення.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про методи вивчення і способи класифікації організмів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати методи вивчення і способи класифікації організмів.

Базові поняття й терміни: описовий метод, експериментальний метод, статистичний метод, класифікація організмів.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Методи вивчення організмів.	
2. Способи класифікації організмів.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	18 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Які методи вивчення організмів ви знаєте?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Методи вивчення організмів.

Біологія вивчає живі системи за допомогою різноманітних методів. Головними методами є описовий, порівняльний, експериментальний, історичний, статистичний і моделювання.

Описовий метод ґрунтується на спостереженні, що дає можливість аналізувати й описувати особливості біологічних систем. Для того щоб з'ясувати сутність того чи іншого біологічного явища, необхідно зібрати фактичний матеріал та описати його. Збирання й опис фактів було основним методом дослідження у ранній період розвитку біології, однак він не втратив свого значення і дотепер. Цей метод поширений у зоології, ботаніці, екології, етології та інших біологічних науках.

Порівняльний метод дозволяє шляхом зіставлення вивчати подібність і відмінність організмів та їхніх частин. Завдяки порівняльному методу виникла систематика, було створено клітинну теорію, розвивалися еволюційні погляди. Існує порівняльна анатомія, порівняльна ембріологія, порівняльна фізіологія та багато інших напрямків біології, що використовують порівняльний метод вивчення живого.

Експериментальний метод дослідження явищ природи пов'язаний з активним впливом на них шляхом проведення дослідів (експериментів) у контрольованих умовах. Цей метод дозволяє вивчати явища ізольовано і досягати повторюваності результатів за відтворення тих самих умов. Експеримент забезпечує більш глибоке, ніж інші методи дослідження, розкриття сутності біологічних явищ. Саме завдяки експериментам природознавство взагалі та біологія зокрема дійшли до відкриття основних законів природи.

Експериментальний метод необхідний не лише для постановки дослідів, одержання відповідей на поставлені запитання, але й для доведення правильності прийнятої на початку гіпотези (або дозволяє внести до неї корективи).

Історичний метод дослідження явищ природи з'ясовує закономірності появи та розвитку біологічних систем, становлення їхньої структури та функцій.

Статистичний метод дослідження явищ природи базується на збиранні, вимірюванні й аналізі інформації.

Метод моделювання передбачає вивчення певного процесу або явища через його відтворення (або його властивостей) у вигляді моделі.

Зазначені методи не вичерпують усього арсеналу методів, використовуваних біологією. Кожна біологічна наука має власні методи для вивчення свого предмета. Генетика, наприклад, використовує метод гібридологічного аналізу й інші генетичні методи.

2. Способи класифікації організмів.

Це запитання учні вивчають самостійно, використовуючи знання з ботаніки і зоології.

► **Робота в групах. Робота з підручником**

Під час Вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має містити коротку інформацію про методи вивчення і способи класифікації організмів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Робота із зошитом**

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести практичну роботу № 18 «Визначення груп організмів за способом живлення» (ЗЛПР, с. 70).

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Як і для чого здійснюється класифікація організмів? Які критерії класифікації ви знаєте?
- У чому полягає обмеженість описового методу?
- Наведіть приклади наук, що використовують порівняльний метод.
- За якими критеріями організми розподілені по царствах?
- За якими критеріями розрізняються рослини класів Дводольні й Однодольні?

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 122

Тема уроку: Одноклітинні прокаріоти: структурно-функціональні особливості, спосіб життя і поширення у природі. Лабораторна робота № 15. Вивчення будови бактеріальної клітини у фіксованому і забарвленому вигляді

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про прокаріотів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати будову одноклітинних прокаріотів.

Базові поняття прокаріоти.

й терміни:

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 15 хв.

Будова клітин прокаріотів

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.
Самостійна робота учнів 5 хв.
Домашнє завдання 1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► **Обговорення запитання**

Що вам відомо про бактерії?

Вивчення нового матеріалу

► **Розповідь учителя з елементами бесіди**

Будова клітин прокаріотів.

Прокаріоти — одноклітинні організми, у яких немає сформованого ядра та багатьох інших органел, що є в еукаріотів. Для всіх прокаріотичних клітин характерними є малі розміри (не більше за 10 мкм), збереження генетичного матеріалу у формі циклічної молекули ДНК (нуклеотиду), наявність коротких, позагеномних подвійних ланцюгів ДНК — плазми, що реплікуються самостійно, передаються від клітини до клітини, можуть входити та виходити зі складу геному.

Нуклеоїд — це згущення ядерної речовини бактеріальної клітини. Слово «нуклеоїд» означає «подібний до ядра». Це простір всередині клітини прокаріотів, у якому міститься генетичний матеріал. ДНК нуклеоїду має замкнену кільцеву форму. Такий метод зберігання спадкової інформації відрізняється від того, що використовують еукаріоти, у яких ДНК упакована в хромосоми та міститься всередині ядра.

Нуклеоїд можна побачити в електронний мікроскоп. Незважаючи на те, що він не має постійної форми, його чітко видно на тлі цитоплазми. При спеціальному забарвленні нуклеоїд можна розрізнити навіть під світловим мікроскопом.

Якщо в прокаріотів відбувається процес аеробного дихання, то для цього призначені спеціальні випинання плазматичної мембрани — мезосоми. Якщо бактерії фотосинтезують, то процес фотосинтезу відбувається на фотосинтетичних мембранах — тилакоїдах.

Синтез білка в прокаріотів відбувається на рибосомах, але вони менші за розмірами, ніж рибосоми еукаріотів.

У прокаріотичній клітині мало органел, жодна з них не має двомембранної будови, внутрішні мембрани зустрічаються рідко. Якщо вони є, то на них відбуваються процеси дихання або фотосинтезу.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час Вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити коротку інформацію про будову прокаріотів.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Робота із зошитом*

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести лабораторну роботу № 15 «Вивчення будови бактеріальної клітини у фіксованому і забарвленому вигляді»

► *Запитання для повторення та обговорення*

Доведіть, що прокаріоти — найпростіші клітини на Землі.

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на складанні ними тестових завдань у рамках вимог ЗНО за зразком.

Зразок

Для прокаріотичної клітини характерною є органела:

- А) ендоплазматична сітка;
- Б) *рибосоми*;
- В) апарат Гольджі;
- Г) клітинний центр.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 123

Тема уроку: Розмноження бактерій. Різноманітність прокаріотів: еубактерії, архебактерії, ціанобактерії. **Лабораторна робота № 16. Вирощування культур і знайомство з бактеріями різних груп. Лабораторна робота № 17. Визначення вмісту бактерій у молоці.**

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про розмноження бактерій і різноманітність прокаріотів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати різноманітність прокаріотів.

Базові поняття й терміни: еубактерії, архебактерії, ціанобактерії.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Розмноження бактерій.	
2. Різноманітність прокаріотів.	
Узагальнення, систематизація знань і вмінь учнів	18 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► *Обговорення запитання*

Що ви знаєте про розмноження і живлення прокаріотів?

Вивчення нового матеріалу

► *Розповідь учителя з елементами бесіди*

1. Розмноження бактерій.
2. Різноманітність прокаріотів.

► **Робота в групах. Робота з підручником**

Під час Вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має містити коротку інформацію про різноманітність і розмноження прокариотів.

Узагальнення, систематизація знань і вмінь учнів

► **Робота із зошитом**

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести лабораторну роботу № 16 «Вирощування культур і знайомство з бактеріями різних груп» і лабораторну роботу № 17 «Визначення вмісту бактерій в молоці» (ЗЛПР, с. 24, с. 25).

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Доведіть, що прокариоти є дуже різноманітними.
- Чи можна назвати поділ бактерій мітозом? Чому?
- Відомо, що існують прокариоти, що здійснюють процес фотосинтезу, але хлоропластів не мають. Де відбувається процес фотосинтезу в цьому випадку?
- Які джерела енергії можуть використовувати прокариоти? Наведіть приклади.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОКИ № 124–125

Тема уроків: **Одноклітинні еукаріоти: морфологічна і функціональна характеристика. Регуляція процесів життєдіяльності й поведінкові реакції одноклітинних організмів.**

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про одноклітинні еукаріоти і регуляцію процесів їх життєдіяльності.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати будову і особливості одноклітинних еукаріотів.

Базові поняття й терміни: еукаріоти, регуляція процесів життєдіяльності.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	55 хв.
1. <i>Одноклітинні еукаріоти.</i>	
2. <i>Регуляція процесів життєдіяльності одноклітинних організмів.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► **Обговорення запитання**

Що ви знаєте про організми, клітини яких мають ядро?

Вивчення нового матеріалу

► **Розповідь учителя з елементами бесіди**

1. *Одноклітинні еукаріоти.*

Еукаріоти — це організми, у яких тіло клітин, на відміну від клітин прокариотів, диференційоване на цитоплазму та відокремлене двомембранною оболонкою ядро. Ядро — це найбільша органела еукаріотичної клітини, у якій зберігається і з якої переписується спадкова інформація, що міститься у хромосомах. Хромосома — це гігантська молекула ДНК, інтегрована з білком.

У ядрі є ядерце — місце, де утворюються інші важливі органели, що беруть участь у синтезі білка, — рибосоми. Але рибосоми лише формуються в ядрі, а функціонують (тобто синтезують білок) у цитоплазмі. Частина з них розміщена у цитоплазмі вільно, а частина прикріплюється до мембран, що утворюють сітку, яка отримала назву ендоплазматичної.

Ендоплазматична сітка — це сітка каналців, обмежених мембранами. Існує два типи ендоплазматичної сітки: гранулярна та агранулярна. На мембранах гранулярної ендоплазматичної сітки розташовані рибосоми, тому в ній відбувається синтезування та транспортування білків. Агранулярна ендоплазматична сітка — це місце синтезу та транспортування вуглеводів і ліпідів.

Для синтезу білків, вуглеводів та жирів необхідна енергія, яку в еукаріотичній клітині виробляють енергетичні станції клітини — мітохондрії.

Мітохондрії — двомембранні органели, у яких здійснюється процес клітинного дихання. На мембранах мітохондрій окиснюються продукти харчування та накопичується хімічна енергія у вигляді особливих енергетичних молекул.

У клітині є також місце, де органічні сполуки можуть накопичуватися і звідки вони можуть транспортуватися, — це апарат Гольджі, система плоских мембранних мішечків. Він бере участь у транспортуванні білків, ліпідів, вуглеводів, оновленні плазматичної мембрани. В апараті Гольджі утворюються також органели внутрішньоклітинного травлення — лізосоми.

Лізосоми — це одномембранні органели, що є характерними для клітин тварин, містять ферменти, які можуть руйнувати білки, вуглеводи, нуклеїнові кислоти, ліпіди.

Усі органели клітини працюють спільно, беручи участь у процесах обміну речовин та енергії.

У клітині можуть бути органели, що не мають мембранної будови, наприклад цитоскелет. Це опорно-рухова система клітини, що поєднує мікрофіламенти, війки, джгутики та клітинний центр, який продукує мікротрубочки та центріолі.

Існують клітинні органели, що є характерними тільки для клітин рослин, — пластиди.

Пластиди бувають трьох типів: хлоропласти, хромопласти та лейкопласти. У хлоропластах, як ви вже знаєте, відбувається процес фотосинтезу.

У клітинах рослин є також вакуолі — продукти життєдіяльності клітини, що є резервуарами води та розчинених у ній сполук.

До еукаріотичних організмів належать рослини, тварини та гриби.

2. Регуляція процесів життєдіяльності одноклітинних організмів.

Найважливіша відмінність еукаріотичних організмів від прокаріотичних полягає у більш досконалій системі регулювання генома. Цьому сприяла поява клітинного ядра: ділянка активного обміну речовин — цитоплазма — відділилася від ділянки зберігання, передавання та реалізації генетичної інформації. Як наслідок, в еукаріотичних організмів різко підвищилася здатність адаптуватися до змінних умов середовища, без внесення спадкових змін до геному.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час Вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про одноклітинні еукаріоти.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

Доведіть, що еукаріоти є більш складними клітинами ніж прокаріоти.

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на складанні ними тестових завдань у рамках вимог ЗНО за зразком.

Зразок

Установіть відповідність між назвами одноклітинних еукаріотів та їхньою характеристикою:

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. Інфузорія-туфелька | А. Є паразитом |
| 2. Евглена зелена | Б. Має ложноножки (псевдоподії) |
| 3. Малярійний плазмодій | В. Має велике генеративне та маленьке вегетативне ядро |
| 4. Амеба | Г. Може здійснювати процес фотосинтезу |
| | Д. Має нуклеоїд |

Відповідь: 1–В, 2–Г, 3–А, 4–Б.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОКИ № 126–127

Тема уроків: Одноклітинні тварини, рослини, гриби: особливості організації та характеристика життєвих функцій. Регуляція функцій одноклітинних організмів. Практична робота № 15. Вивчення особливостей будови клітин різних груп організмів.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про одноклітинних тварин, рослини, гриби, регуляцію функцій одноклітинних організмів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати одноклітинні тварини, рослини, гриби.

Базові поняття й терміни: одноклітинні тварини, рослини, гриби.

Тип уроку: семінар.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	3 хв.
Обговорення запитань семінару	65 хв.
1. <i>Одноклітинні тварини, рослини, гриби.</i>	
2. <i>Регуляція функцій одноклітинних організмів.</i>	
Узагальнення знань і вмінь учнів	15 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Які правила ведення наукового семінару ви знаєте?

Обговорення запитань семінару

1. Одноклітинні тварини, рослини, гриби.
2. Регуляція функцій одноклітинних організмів.

► Інформаційні матеріали до семінару

Особливості організації і життєдіяльності одноклітинних еукаріотів

Є організми, у яких усі функції живого виконує одна клітина. Крім прокаріотів, до них належать одноклітинні еукаріоти, з-поміж яких є і рослини, і тварини, і гриби.

До особливостей одноклітинних організмів належить те, що вони виконують усі функції живого за допомогою клітинних органел і є окремим самостійним організмом, представленим лише однією клітиною. За будовою і набором органел клітини одноклітинних організмів подібні до клітин багатоклітинних організмів. З-поміж одноклітинних еукаріотів є як просто побудовані організми (амеба, хлорела), так і доволі складні (інфузорії, ацетабулярії).

Якщо для клітин багатоклітинних організмів характерним є диференціювання функцій і неможливість виконувати відразу всі функції живого,

то одноклітинні організми цю здатність зберігають. Вищий рівень їхньої організації — клітинний. Клітина одноклітинних організмів — це цілісний організм, якому притаманні усі властивості живого: обмін речовин, подразливість, ріст, розмноження тощо.

Найпростіші — це одноклітинні організми, тіло яких складається з однієї клітини. Представниками найпростіших є прісноводна амеба та інфузорія-туфелька.

Розміри найпростіших мікроскопічно малі. Їхнє тіло складається із цитоплазми, у якій розрізняють зовнішній шар — ектоплазму, і внутрішній — ендоплазму. У більшості видів клітина зовні вкрита оболонкою, яка надає одноклітинній тварині постійну форму.

У найпростіших є органели, що виконують функції травлення (травні вакуолі), виділення (скоротливі вакуолі), руху (джгутики, війки), сприйняття світла (світлочутливе очко) та інші органели, що забезпечують усі процеси життєдіяльності. За способом живлення — це гетеротрофні організми.

Найпростішим властива подразливість, що виявляється у різних рухах — таксисах. Розрізняють позитивні таксиси — рухи до подразника, і негативні таксиси — рухи від подразника.

Потрапляючи в несприятливі умови, найпростіші утворюють цисту. Інцистування — важлива біологічна риса найпростіших. Воно не лише забезпечує переживання несприятливих умов, але й сприяє широкому розселенню.

Морські одноклітинні тварини, наприклад форамініфери і радіолярії, мають зовнішній скелет у вигляді вапняної черепашки.

До високоорганізованих одноклітинних тварин належать інфузорії. Органоїдами руху в них виступають війки, тіло вкрите міцною еластичною оболонкою, яка надає йому постійної форми. Більшість інфузорій має два ядра: велике і мале. Велике ядро — вегетативне — регулює процеси руху, живлення, виділення, а також нестатеве розмноження, що здійснюється поперечним поділом клітини навпіл. Мале ядро — генеративне, воно виконує важливу функцію в статевому процесі.

Серед одноклітинних організмів є міксотрофи — організми, що можуть харчуватися як за допомогою фотосинтезу, так і гетеротрофно. Наприклад, евглена зелена.

Живе евглена у прісноводних водоймах і плаває за допомогою єдиного джгутика, розміщеного на передньому кінці тіла. Тіло евглени веретеноподібне, вкрите щільною оболонкою. Біля основи джгутика розміщене яскраво-червоне світлочутливе очко — стигма. Завдяки світлочутливому очку евглена завжди пливе до освітленої частини водойми, де умови для фотосинтезу найбільш сприятливі. Біля основи джгутика є також пульсуюча вакуоль, що відповідає за дихання і виділення, через неї з організму видаляється надлишок води. На протилежному від джгутика кінці клітини розміщується велике ядро, що контролює всі життєві процеси евглени. В цитоплазмі є хлоропласти, які містять хлорофіл, що дозволяє евглені харчуватися фототрофно. Якщо немає світла, вона переходить на гетеротрофне живлення. Завдяки цій властивості евглена поєднує в собі ознаки

рослини і тварини, що свідчить про еволюційну єдність рослинного і тваринного світу.

У природі багато не тільки одноклітинних тварин, але й одноклітинних рослин і грибів. Наприклад, серед зелених водоростей до представників одноклітинних належать хламідомонада і хлорела, а серед грибів одноклітинними є дріжджі.

Одноклітинні рослини і тварини є типовими еукаріотичними клітинами, що мають поверхневу мембрану, ядро, мітохондрії, апарат Гольджі, ендоплазматичну сітку, рибосом та інші органели. Відмінності будови одноклітинних тварин і одноклітинних рослин пов'язані з відмінностями способу їх живлення. Для рослинних клітин характерна наявність пластид, вакуолі, клітинної стінки та інших особливостей, пов'язаних із фотосинтезом. Для тваринних клітин характерна наявність глікокаліксу, травних вакуолей та інших особливостей, пов'язаних із гетеротрофним живленням.

У грибів клітина має клітинну стінку, у цьому виявляється схожість грибів із бактеріями і рослинами. Але гриби є гетеротрофами, і це споріднює їх із тваринами.

Одноклітинні еукаріоти розмножуються переважно нестатевим шляхом, але в деяких із них (наприклад, в інфузорії-туфельки) спостерігається статевий процес — обмін генетичною інформацією, а в інших (наприклад, у хламідомонади) відбувається статеве розмноження. Нестатеве розмноження відбувається шляхом поділу клітини навпіл за допомогою мітозу. При статевому розмноженні утворюються гамети, які потім зливаються з утворенням зиготи.

Узагальнення знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення знань необхідно провести практичну роботу № 15 «Вивчення особливостей будови клітин різних груп організмів» (ЗЛПР, с. 61).

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

Тема уроків: Розмноження одноклітинних організмів. Біологічне і практичне значення одноклітинних організмів.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про розмноження одноклітинних організмів, їхнє біологічне і практичне значення.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати розмноження одноклітинних організмів, їхнє біологічне і практичне значення.

Базові поняття й терміни: одноклітинні організми.

Тип уроку: семінар.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	3 хв.
Вивчення нового матеріалу	
Обговорення запитань семінару	80 хв.
1. Розмноження одноклітинних організмів.	
2. Біологічне і практичне значення одноклітинних організмів.	
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Які правила підготовки до семінару ви знаєте?

Обговорення запитань семінару

1. Розмноження одноклітинних організмів.
2. Біологічне і практичне значення одноклітинних організмів.

Учні готуються до семінару заздалегідь, навчаються спілкуватися в ході семінару.

► Інформаційні матеріали до семінару

Роль одноклітинних еукаріотів у природі й житті людини значна. Вони є складовими частинами харчових сіток і ланцюгів, відіграють важливу роль у процесах ґрунтоутворення, деякі з них, відмираючи, утворюють поклади вапняних і силіцевих порід, що входять до складу земної кори.

Серед найпростіших є паразити рослин, тварин і людини. Так, малярійний плазмодій, потрапляючи до еритроцитів людини, руйнує їх,

спричиняючи виникнення тяжкого захворювання — малярії, а дизентерійна амеба, що паразитує в клітинах стінок товстого кишечника людини, спричиняє тяжке захворювання кишечника. Джугитикові трипаносоми і лейшманії (переважно тропічні види) спричиняють такі захворювання, як сонна хвороба і лейшманіоз.

Багато паразитичних найпростіших мають складні життєві цикли. Так, малярійному плазмодію для його розвитку потрібно два хазяїна: людина і малярійний комар, які взаємно заражають один одного. Таким чином забезпечується існування цього паразита у природі. Ось чому в боротьбі з малярією величезну роль відіграє знищення малярійних комарів — єдиних комах, які поширюють це тяжке захворювання людини.

Профілактика захворювань людини, що спричиняють паразитичні одноклітинні еукаріоти, полягає у дотриманні гігієнічних правил, термічній обробці їжі, проведенні заходів із переривання життєвого циклу паразита на тій чи іншій його стадії.

Важливу роль у природі відіграють одноклітинні водорості, які є одним із головних постачальників органічної речовини та кисню. Це початкова ланка в ланцюзі живлення мешканців водойм, корм для багатьох тварин.

Людина використовує здатність водоростей очищувати водойми шляхом поглинання розчинених у воді речовин. Водорості збагачують водойми киснем, який виділяють у процесі фотосинтезу. Під дією кисню органічні залишки руйнуються і стічні й забруднені води очищуються. Таким чином водорості беруть участь у процесі природного очищення водойм.

Багато видів одноклітинних водоростей мешкають у ґрунті та на його поверхні. Вони покращують фізичні властивості ґрунту, збагачують його органічними речовинами. Деякі види водоростей виконують функцію біологічного індикатора у визначенні токсичності водойм і ґрунтів унаслідок забруднення гербіцидами чи іншими отрутохімікатами.

Одноклітинні водорості входять до складу лишайників, які сприяли утворенню ґрунту із гірських порід і відіграли велику роль у заселенні ґрунту.

Людина використовує у своїй господарській діяльності одноклітинні гриби. Так, спеціальні штами дріжджів, що виділяють багато вуглекислоти, використовують у хлібопекарнях для підняття тіста. Дріжджі також застосовують у виробництві лимонної кислоти та деяких кисломолочних продуктів.

Одноклітинні гриби відіграють велику роль у колообігу речовин у природі.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

УРОК № 130

Тема уроку: Колоніальні організми. Морфологічні ознаки і фізіологічні процеси в колоніальних форм прокаріотів, рослин, тварин.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про колоніальні організми.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати колоніальні організми.

Базові поняття й терміни: колоніальні організми.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	15 хв.
1. Колоніальні організми.	
2. Організація колоній одноклітинними еукаріотами.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про колоніальні організми?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Колоніальні організми.

Колоніальний організм — це термін, який об'єднує дві групи організмів.

Перша група колоніальних організмів — організми, що складаються із множини клітин, слабо диференційованих і не розділених на тканини. Кожна із цих клітин зберігає здатність розмножуватися.

Друга група колоніальних організмів — це багатоклітинні організми, що утворюють колонії з кількох особин, більш чи менш тісно пов'язаних між собою, зазвичай таких, що мають однаковий генотип, спільний обмін речовин і системи регуляції. Серед тварин до колоніальних належать більшість губок і кишковопорожнинних. Наприклад: коралові поліпи, гідродійні поліпи, сифонофори, майже всі моховатки, багато оболонників, деякі крилозояброві.

2. Організація колоній одноклітинними еукаріотами.

Клітини одноклітинних організмів можуть об'єднуватися для спільного виконання життєвих функцій. Але при цьому кожна клітина колонії, як і раніше, може сама виконувати всі функції живого і є у цьому відношенні самостійним організмом.

Одними з представників колоніальних організмів є колоніальні зелені водорості, наприклад вольвокс. Дуже поширені колоніальні форми і серед інших груп водоростей — діатомових, золотистих. З-поміж гетеротрофних джгутиконосців та інфузорій також багато колоніальних форм. Існують колоніальні радіолярії.

У примітивних колоніях спостерігається рівномірне розміщення клітин у товщі слизу, що їх об'єднує, а в більш високоорганізованих колоніях відбувається певне диференціювання, при якому клітини відходять до периферії колонії.

Умови життя клітин у колонії різні. Одні — у середині колонії, інші — на периферії. Очевидно, що життєздатність колонії збільшиться, якщо клітини залежно від місця в колонії набуватимуть і певної спеціалізації. Крім того, форма колонії також впливає на її життєздатність.

Розглянемо організацію колоній одноклітинними еукаріотами на прикладі представників роду Вольвокс.

Колоніальні організми, що належать до роду Вольвокс, мають вигляд слизових кульок діаметром до 2 мм, у периферичному шарі яких розміщено до 50 тис. клітин із джгутиками. Ці клітини зрослися своїми бічними стінками одна з одною і з'єднані плазмодесмами — цитоплазматичними містками. Внутрішня порожнина кулі заповнена рідким слизом.

У такій колонії існує спеціалізація клітин: периферичну її частину складають вегетативні клітини, а між ними розкидані більші — репродуктивні. Приблизно десять із них — гонідії, клітини нестатевого розмноження. У результаті багаторазового поділу вони дають початок молодим, дочірнім колоніям, що випадають всередину материнської кулі і вивільняються після її руйнування.

Завдяки рухам джгутиків вольвокс перекочується у воді. «Вольвокс» означає «той, що котиться». Кожна клітина має вигляд самостійного найпростішого. Але оскільки вони утворюють колонію, то стає можливою узгоджена робота джгутиків усієї колонії.

Давні колоніальні форми, утворені одноклітинними еукаріотами, виступають проміжною ланкою між одноклітинними і багатоклітинними організмами. Клітини багатоклітинних організмів диференціюються і вже

не можуть існувати поза межами організму. Їхня інтеграція є більш повною, ніж та, що характерна для колоній. Виконувати всі функції цілісного організму клітина багатоклітинних організмів не може, вона повністю залежить від інших клітин і структур організму.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час Вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити коротку інформацію про колоніальні організми.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

Чим колоніальні організми відрізняються від багатоклітинних організмів?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на складанні ними тестових завдань у рамках вимог ЗНО за зразком.

Зразок

Для клітин колоніальних організмів характерна властивість:

- А) *кожна клітина може виконувати всі функції живого;*
- Б) *клітини не можуть існувати окремо від колонії;*
- В) *кожна клітина колонії є високоспеціалізованою клітиною;*
- Г) *окрема клітина колоніального організму не може виконувати всі функції живого.*

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОКИ № 131–132

Тема уроків: Багатоклітинні організми. Структурні елементи багатоклітинного організму (клітини, тканини, органи, системи органів) і принципи його функціонування. Спеціалізація клітин у зв'язку з виконуваною функцією.

- Мета уроків:** сформувати в учнів поняття про клітини, тканини, органи, системи органів і принципи їх функціонування.
- Обладнання та матеріали:** підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати багатоклітинні організми та їх структурні елементи: клітини, тканини, органи.
- Базові поняття й терміни:** клітини, тканини, органи, системи органів, спеціалізація.
- Тип уроку:** комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	60 хв.
1. <i>Багатоклітинні організми.</i>	
2. <i>Спеціалізація клітин у зв'язку з виконуваною функцією.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	18 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про спеціалізацію клітин?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. *Багатоклітинні організми.*

До багатоклітинних організмів належать ті організми, тіло яких складається із багатьох клітин і їх похідних, наприклад різних видів міжклітинної речовини. Характерною ознакою багатоклітинних організмів є якісна нерівноцінність клітин, що складають його тіло, їх диференціювання й об'єднання у комплекси різної складності — тканини, органи, фізіологічні системи, що виконують різні функції у цілісному організмі. Для багатоклітинних організмів характерний також індивідуальний розвиток — онтогенез, що починається у більшості випадків із поділу й диференціювання однієї клітини, наприклад зиготи чи спори.

Клітини багатоклітинного організму взаємопов'язані, взаємозалежні й постійно підтримують зв'язок одна з одною. Вони можуть перебувати

в безпосередньому контакті й обмінюватися сигналами на відстані, синтезуючи спеціальні хімічні речовини.

Велику кількість процесів, що відбуваються в багатоклітинних організмах, контролюють гормони. У людини й інших ссавців їх відомо кілька десятків. Гормони є не лише у хребетних, але й у високорозвинених безхребетних тварин: молюсків, ракоподібних, комах.

Клітини рослин також можуть виробляти гормони (фітогормони), які регулюють і координують індивідуальний розвиток: ауксини, гібереліни, цитокініни. Фітогормони виробляються в тканинах, що ростуть інтенсивно: кінчиках коренів, верхівках стебел, у молодих листках, — а потім током рідини переносяться до інших частин рослини, стимулюючи їх ріст і розвиток.

Особливу роль у регуляції функцій відіграють нейрони — клітини нервової системи. Вони передають один одному сигнали як за допомогою прямої електричної взаємодії через спеціальні клітинні контакти, так і через хімічні речовини — медіатори, що виробляються нервовими й рецепторними клітинами.

Регуляція діяльності клітин багатоклітинного організму виражається і в контролі за участю клітин у мітотичних поділах. У міру розвитку зародка більшість клітин поступово спеціалізуються на виконанні тих чи інших функцій і перестають ділитися.

Клітини, що зберегли в дорослому організмі здатність розмножуватися й диференціюватися в певному напрямі, називаються стовбуровими. Після кожного поділу стовбурової клітини одна з новоутворених починає диференціюватися у спеціалізовану клітину, інша залишається в стовбуровій лінії.

2. *Спеціалізація клітин у зв'язку з виконуваною функцією.*

Багатоклітинні еукаріоти (тварини, рослини, гриби) характеризуються якісною нерівноцінністю клітин, диференціюванням та об'єднанням клітин у комплекси (тканини, органи), залежністю цих комплексів один від одного, наявністю онтогенезу.

Залежно від виконуваних ними функцій, клітини багатоклітинних організмів можуть різнитися розмірами й формою, набором і числом органел, наявністю специфічних гранул й іншими особливостями. Наприклад, у секреторних клітинах добре представлені ендоплазматична сітка з рибосомами та апарат Гольджі, що забезпечують секреторну функцію, а в м'язових клітинах — мітохондрії та міофібрили, що забезпечують скорочення.

Пристосовані до виконання певних функцій клітини не можуть виконувати всі інші функції і для нормальної життєдіяльності повинні користуватися результатами роботи інших клітин. Наприклад, клітини кишечника беруть участь у процесах травлення, забезпечуючи всі клітини поживними речовинами, але самі потребують кисню, який їм постачають еритроцити.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час Вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► **Орієнтовний текст конспекту учня**

Конспект учня має містити коротку інформацію про багатоклітинні організми і спеціалізацію клітин.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► **Запитання для повторення та обговорення**

- Доведіть, що клітини багатоклітинного організму спеціалізуються.
- Яким чином клітини багатоклітинних організмів взаємодіють між собою?
- Чим сполучні клітини відрізняються від епітеліальних у тварин?
- Які тканини рослин утворюють всі інші тканини?
- У зв'язку з чим у рослин виникли тканини?

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОК № 133

Тема уроку: Основні типи тканин багатоклітинних організмів тварин і покритонасінних рослин. Поняття про несправжні тканини. Гістотехнології. Практична робота № 16. Вивчення тканин багатоклітинних тварин і квіткових рослин.

Мета уроку: сформувати в учнів поняття про основні типи тканин багатоклітинних організмів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати основні типи тканин багатоклітинних організмів.

Базові поняття й терміни: тканини.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу 15 хв.

1. Основні типи тканин.
2. Поняття про несправжні тканини.
3. Гістотехнології.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.

Самостійна робота учнів 5 хв.

Домашнє завдання 1–2 хв.

Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► **Обговорення запитання**

Що ви знаєте про гістологію?

Вивчення нового матеріалу

► **Розповідь учителя з елементами бесіди**

1. **Основні типи тканин.**

Тканиною називають групу клітин, схожих за формою, розмірами, функціями, походженням, продуктами своєї життєдіяльності. У всіх рослин і тварин, за винятком найбільш примітивних, тіло складається із тканин. У вищих рослин і у високоорганізованих тварин тканини вирізняються значною структурно-функціональною різноманітністю і складністю своїх продуктів. Взаємодіючи одна з одною, різні тканини утворюють окремі органи тіла.

Тканини тварин вивчає наука гістологія. Анатомія рослин досліджує рослинні тканини. Для вивчення тканин учені використовують техніку заморожених зрізів, фазово-контрастну мікроскопію, гістохімічний аналіз, культивування тканин, електронну мікроскопію.

В організмі тварин виділяють чотири типи тканин: епітеліальну, сполучну, м'язову і нервову.

Епітеліальна тканина (епітелій) вкриває поверхню тіла, вистилає слизові оболонки порожнистих органів травної системи, дихальної системи, сечостатевого апарату й утворює залозисту паренхіму залоз зовнішньої і внутрішньої секреції. Епітелій виконує покривну та захисну функцію, тому в епітеліальній тканині мало міжклітинної речовини і клітини щільно прилягають одна до одної.

Сполучна тканина дуже різноманітна за своєю будовою, але в ній завжди багато міжклітинної речовини. Основними функціями сполучної тканини є трофічна (живильна) і опорна функції. До сполучної тканини належить кров, лімфа, хрящова, кісткова і жирова тканини.

Різновидом сполучної тканини є ретикулярна сполучна тканина. Вона утворює остов кровотворних органів і органів імунної системи (кістковий

мозок, тимус, селезінку, лімфатичні вузли, групові і одиничні лімфоїдні вузлики).

М'язова тканина здійснює рухові процеси в організмі тварин і людини. Вона утворена м'язовими волокнами, у цитоплазмі яких є дуже тонкі нитки, що можуть скорочуватися.

Розрізняють гладку (непосмуговану) м'язову тканину та поперечно-смугасту (посмуговану) скелетну і серцеву м'язові тканини.

Гладка м'язова тканина входить до складу стінок внутрішніх органів, а з поперечносмугастої м'язової тканини складаються скелетні м'язи і м'язи серця.

Нервова тканина складається із нервових клітин — нейронів і нейроглії, що утворюють нервову систему. Основною одиницею нервової системи є нейрон.

Тканини рослин поділяють на групи: твірні (дають початок усім іншим тканинам), покривні (захищають рослину), опорні, чи механічні (протистоять силі тяжіння), провідні (проводять воду і поживні речовини), асиміляційні (забезпечують живлення рослин), запасуючі (в них запасуються речовини, повітря чи вода), основна тканина (заповнює простір між спеціалізованими тканинами).

2. Поняття про несправжні тканини.

У природі існують примітивні багатоклітинні тварини, у яких немає тканин. Їх об'єднують у підцарство Паразої. «Паразої» з грецької мови дослівно перекладається як «біля тварин». Єдиним представником цього царства, що зберігся, є тип Губки.

Губки належать до найбільш примітивних багатоклітинних організмів, які не мають диференційованих тканин і відокремлених органів. Ці примітивні багатоклітинні тварини ведуть сидячий спосіб життя, прикріпившись до твердих субстратів у воді. Відомо приблизно 5000 видів, більшість з яких — морські.

Клітини губок пов'язані між собою слабо і функціонують переважно незалежно одна від одної. У губок дуже висока здатність до регенерації. Їхнє тіло радіально симетричне і складається із центральної порожнини, оточеної двошаровою стінкою. Вода входить через пори у стінці в цю порожнину, а виходить назовні через широке устя на її верхньому кінці. У деяких губок устя редуковане або його немає, що веде до посилення току води крізь пори. Рух води зумовлений биттям джгутиків, якими забезпечені клітини, що вистилають канали у стінках. Їжа, кисень, статеві продукти і відходи метаболізму переносяться цією водою.

Скелет губок складається з мільйонів мікроскопічних кристалічних спікул (голок) або органічних волокон. Його будова є головним критерієм при розподілі типу на класи.

Є й інші багатоклітинні організми, які не мають тканин, — це водорості. Саме тому, що у водоростей немає справжніх тканин, їх виділяють у підцарство Таломні рослини.

У водоростей існує багато типів морфологічної організації їхнього тіла — талому. Наприклад, нитчастий талом утворений простими або розгалуженими нитками, а пластинчастий — клітинами, розміщеними в одній

площині. У багатоклітинних водоростей часто наявні ризоїди — вирости талому, які служать для прикріплення до субстрату.

3. Гістотехнології.

Розповідаючи про гістотехнології, слід звернути увагу на їх практичне значення в житті людини.

Після того як було визначено загальні закономірності одержання тканин і органів за допомогою клітинних культур, була реконструйована хрящова тканина, кісткова і м'язова, кровоносні судини і частково — провідна система серця. Одержані також фрагменти печінки і нирок. У лабораторних умовах отримані аналоги практично всіх тканин і органів. Це є дуже важливим етапом для подальшого розвитку медицини.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про основні тканини.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення і систематизації знань слід провести практичну роботу № 16 «Вивчення тканин багатоклітинних тварин і квіткових рослин» (ЗЛПР, с. 64).

► Запитання для повторення та обговорення

Чому тканини рослин і тварин різні?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на складанні ними тестових завдань у рамках вимог ЗНО за зразком.

Зразок

Для сполучних тканин є характерним:

- А) відсутність міжклітинної речовини;
- Б) здатність до збудження та скорочення;
- В) значна кількість міжклітинної речовини;
- Г) здатність до проведення збудження.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроків: Органи, системи органів та їх функціональне призначення. Спеціалізація органів. Органи рослин: вегетативні і генеративні. Практична робота № 17. Визначення ознак інфекційних захворювань рослин на прикладі культурних рослин (живі об'єкти, гербарні зразки) і за довідниковою літературою.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про органи рослин.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати органи рослин.

Базові поняття й терміни: органи, спеціалізація органів.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	60 хв.
1. Органи, системи органів та їх функціональне призначення.	
2. Спеціалізація органів.	
3. Органи рослин: вегетативні і генеративні.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	18 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про органи і системи органів?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Органи, системи органів та їх функціональне призначення.

Поняття «система органів» використовується при описі рослинного організму. Так, система фототрофного живлення представлена переважно

листям, система ґрунтового живлення — коренями, функція яких полягає у поглинанні води і мінеральних солей. Транспорт води, мінеральних і органічних речовин відбувається на базі судинної провідної системи, що пронизує всі частини рослини й анатомічно з'єднує їх в єдине ціле. Опорні функції у рослин виконують механічні тканини. Рухова система рослин містить зони росту клітин, листові зчленування і деякі інші частини рослини, що ростуть. Дихальна система рослинних організмів має дифузний характер і функціонує за участю продишного апарату, сочевичок, міжклітинників, аеренхіми. Видільна система рослин представлена різноманітними секреторними клітинами й тканинами (нектарники, сольові залози, молочні судини).

Системи нестатевого й статевого розмноження в рослинному світі доволі різноманітні. Наприклад, у квіткових рослин систему статевого розмноження представляє квітка. Вищі рослини мають розвинену систему вегетативного розмноження (кореневища, вуса, бульби, цибулини, вивідні бруньки).

Усі ці фізіологічні системи рослин досить добре вивчені.

2. Спеціалізація органів.

Органи спеціалізуються, оскільки орган — це частина тіла, що має певну форму, займає певне місце в організмі та виконує специфічну функцію. Органи складаються з тканин. В утворенні кожного органа беруть участь різні тканини, але одна з них є головною — ведучою, робочою. Наприклад, для мозку це нервова тканина, для м'язів — м'язова, для залоз — епітеліальна.

Інші тканини в органі виконують допоміжну функцію. Так, епітеліальна тканина вистилає слизові оболонки органів системи травлення, дихальної системи і сечостатевого апарату, а сполучна тканина виконує опорну і живильну функції, утворює сполучнотканинний остов органа, м'язова тканина бере участь в утворенні стінок порожнистих органів.

Орган являє собою біологічну систему, але самі органи виступають компонентами більш складних систем, які називаються фізіологічними системами.

3. Органи рослин: вегетативні і генеративні.

Корені, стебла і листя забезпечують процеси життєдіяльності, ріст і розвиток рослин. Це вегетативні органи. Квітки, плоди і насіння виконують функцію розмноження рослин. Це генеративні органи.

Тільки при взаємодії усіх органів можливе життя рослинного організму.

Рослина — це єдина цілісна система, усі частини якої тісно взаємодіють одна з одною і залежать одна від одної. Для нормальної життєдіяльності рослин необхідний розвиток і взаємозв'язок усіх їхніх органів.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час Вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про органи, системи органів та їх спеціалізацію.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення і систематизації знань слід провести практичну роботу № 17. «Визначення ознак інфекційних захворювань рослин на прикладі культурних рослин (живі об'єкти, гербарні зразки) і за довідниковою літературою» (ЗЛПР, с. 67)

► Запитання для повторення та обговорення

- Доведіть, що органи спеціалізуються.
- Як пов'язані кровоносна й видільна системи в людини?
- Доведіть, що мінеральне живлення, яке здійснює корінь, необхідне для фотосинтезу.
- Чому залози ендокринної системи розташовані в різних частинах організму людини і не пов'язані одна з одною анатомічно?

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОКИ № 136–137

Тема уроків: Принципи організації тіла багатоклітинних тварин. Симетрія тіла. Фізіологічні та функціональні системи органів тварин.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про принципи організації тіла багатоклітинних тварин, системи органів тварин.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати системи органів тварин.

Базові поняття й терміни: органи, органи тварин.

Тип уроку: семінар.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	3 хв.
Обговорення запитань семінару	80 хв.
1. Принципи організації тіла багатоклітинних тварин.	
2. Симетрія тіла.	
3. Фізіологічні та функціональні системи органів тварин.	
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Обговорення запитань семінару

1. Принципи організації тіла багатоклітинних тварин.
2. Симетрія тіла.
3. Фізіологічні та функціональні системи органів тварин.

► Інформаційні матеріали до семінару

Виділяють системи і апарати органів. Систему органів складають органи, що виконують спільну функцію, мають єдине походження і спільний план будови. До таких систем належить травна, дихальна, серцево-судинна, лімфатична й інші системи. Наприклад, система травлення має вигляд трубки із розширеннями або звуженнями в певних місцях, розвивається із первинної кишки і виконує функцію травлення. Печінка, підшлункова залоза, великі слинні залози — це вирости епітелію травної трубки.

На відміну від фізіологічних систем, апарати органів являють собою органи, що виконують спільну функцію, проте мають різну будову й походження (наприклад, опорно-руховий апарат). Системи і апарати органів утворюють цілісний організм.

Системи органів взаємопов'язані та взаємозалежні, а процеси, що в них відбуваються, узгоджені.

Розрізняють такі фізіологічні системи і апарати органів:

1. Опорно-руховий апарат складається зі скелета і м'язів. Кістковий скелет — це тверда основа організму. До кісток прикріплені скелетні м'язи, за допомогою яких здійснюються різні рухи, наприклад ходіння, біг, фізична робота.
2. До покривної системи належать шкіра і слизові оболонки, що вистилають зсередини порожнини носа, рота, дихальних шляхів і системи травлення. Головна функція покривної системи — захисна.
3. Система травлення починається порожниною рота, у якій розміщені язик, зуби, слинні залози. Звідти їжа надходить у глотку, а потім у стравохід. Подальше перетравлювання їжі відбувається у шлунку

та кишечника. Перетравлювана їжа піддається впливу травних ферментів, що виробляються у травних залозах. У результаті утворюються речовини, необхідні для побудови тіла, одержання енергії, забезпечення діяльності організму.

4. Кровоносна (серцево-судинна) система утворена серцем і кровоносними судинами, по яких кров рухається до всіх органів і тканин. Кровоносна система забезпечує усі органи поживними речовинами і киснем і видалає з органів продукти обміну речовин, у тому числі й вуглекислий газ.
Рух крові по кровоносних судинах відбувається завдяки скороченням м'язового органа — серця.
5. Лімфатична система — це сітка судин і органів, що є джерелом і переносником клітин, які забезпечують імунітет, а також повертає надлишок тканинної рідини в кров. До структури лімфатичної системи входять лімфатичні капіляри, лімфатичні судини, лімфатичні вузли, лімфатичні стовбури і протоки.
6. Імунна система — це комплекс анатомічних структур, що забезпечують захист організму від різних інфекційних агентів і продуктів їхньої життєдіяльності, а також тканин і речовин, що виявляють чужорідні антигенні властивості. Імунна система людини включає залози внутрішньої секреції.
7. Дихальна система бере участь у процесі газообміну, забезпеченні організму киснем і виведенні вуглекислого газу.
8. Видільна система виконує функцію виведення продуктів обміну речовин. Основними органами цієї системи є нирки.
9. Статева система виконує функцію розмноження. В органах статеві системи формуються чоловічі й жіночі статеві клітини.
10. Ендокринна система поєднує різні залози внутрішньої секреції. Кожна з них виробляє і виділяє у кров особливі хімічні речовини — гормони, що беруть участь у регуляції функцій усіх органів.
11. Нервова система об'єднує усі інші системи, регулює і узгоджує їх діяльність. Будь-який орган може нормально функціонувати лише за умови збереження його зв'язків із нервовою системою. Крім того, з допомогою нервової системи і органів чуття здійснюється регуляція поведінки організму в навколишньому середовищі. Нервова система утворена головним і спинним мозком, від яких відходять нерви, що пронизують усі ділянки тіла. Головний і спинний мозок утворюють центральну нервову систему, а нерви — периферичну.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

Тема уроків: Обмін речовин, енергії, інформації в організмах різних груп. Гомеостаз і адаптація. Координація і регуляція функцій організмів різних царств. Типи регуляції функцій: гуморальна, нервова, імунна.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про обмін речовин, енергії, інформації, гомеостаз, адаптацію, регуляцію функцій організмів.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати гомеостаз, адаптацію, регуляцію функцій організмів.

Базові поняття й терміни: обмін речовин, гомеостаз, адаптація, регуляція.

Тип уроку: семінар.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	3 хв.
Обговорення запитань семінару	125 хв.
1. Обмін речовин, енергії, інформації в організмах різних груп.	
2. Гомеостаз і адаптація.	
3. Координація і регуляція функцій організмів різних царств.	
4. Типи регуляції функцій: гуморальна, нервова, імунна.	
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

► Обговорення запитань семінару

1. Обмін речовин, енергії, інформації в організмах різних груп.
2. Гомеостаз і адаптація.
3. Координація і регуляція функцій організмів різних царств.
4. Типи регуляції функцій: гуморальна, нервова, імунна.

► Інформаційні матеріали до семінару

Фізіологічні процеси протікають в організмі тварин узгоджено, оскільки існують певні механізми їх регуляції. Основними регуляторними системами організму є нервова й ендокринна системи, у яких використовуються механізми нервової і гуморальної регуляції.

Нервова регуляція — це координуючий вплив нервової системи на клітини, тканини і органи, один з основних механізмів саморегуляції функцій цілісного організму. Нервова регуляція здійснюється за допомогою нервового імпульсу — це хвиля збудження, що поширюється по нервовому волокну. Нервова регуляція швидка і локальна. Нервові впливи завжди призначаються певним органам і тканинам і поширюються в сотні чи тисячі разів швидше, ніж хімічні речовини. Така швидкість та адресність особливо важливі при регуляції рухів. У тварин нервова регуляція охоплює усі системи організму.

Нервова регуляція ґрунтується на рефлекторному принципі регуляції функцій. Рефлекс — це універсальна форма взаємодії організму з навколишнім середовищем, це реакція організму у відповідь на подразнення, що здійснюється через центральну нервову систему і нею контролюється.

Структурною основою рефлексу є рефлекторна дуга — послідовно з'єднаний ланцюжок нервових клітин, що забезпечує здійснення відповіді на подразнення. Усі рефлекси здійснюються завдяки діяльності центральної нервової системи — головного і спинного мозку.

Крім збудження, у нервовій системі здійснюється і гальмування — це два протилежні нервові процеси, взаємодія яких забезпечує діяльність нервової системи, регуляцію роботи органів і систем органів. Гальмування спинномозкового рефлексу настає, наприклад, тоді, коли в спинному мозку виникає сильне збудження, не пов'язане з цим рефлексом. Ділянки нервової системи, охоплені гальмуванням, припиняють проведення збудження.

Гуморальна регуляція (від латин. «гумор» — рідина) — координація фізіологічних і біохімічних процесів, здійснювана через рідкі тканини організму (кров, лімфу, тканинну рідину) за допомогою біологічно активних речовин, які виділяють клітини, органи і тканини в процесі їхньої життєдіяльності. Гуморальна регуляція підпорядкована нервовій регуляції і складає разом із нею єдину систему.

Нервовий і гуморальний способи регуляції функцій тісно пов'язані між собою. На діяльність нервової системи постійно впливають хімічні речовини, що переносяться рухом крові, а утворення більшості хімічних речовин і виділення їх у кров перебуває під постійним контролем нервової системи.

Регуляція фізіологічних функцій в організмі не може здійснюватися з використанням тільки нервової чи тільки гуморальної регуляції, це єдиний комплекс нейрогуморальної регуляції функцій.

Гуморальна регуляція виникла в процесі еволюції раніше, ніж нервова. Система гуморальної регуляції поступово ускладнювалася, у результаті чого виникли залози внутрішньої секреції, які виділяють у кров біологічно активні речовини — гормони.

Нейрогуморальна регуляція відіграє важливу роль у підтриманні відносної сталості складу і властивостей внутрішнього середовища організму та його пристосування до змінюваних умов існування. Відносна динамічна сталість складу і властивостей внутрішнього середовища і стійкість

основних фізіологічних функцій організму називається гомеостазом. Гомеостаз забезпечується нейрогуморальною регуляцією.

Регуляція функцій рослинного організму

З появою багатоклітинності в рослин розвиваються й удосконалюються міжклітинні системи регуляції, що охоплюють взаємодію клітин, тканин і органів. Вони містять трофічну, гормональну та електрофізіологічну регуляторні системи.

Трофічна регуляція — взаємодія за допомогою поживних речовин — найбільш простий спосіб зв'язку між клітинами, тканинами й органами рослин. У рослин усі органи залежать від надходження продуктів, що утворюються в листках у процесі фотосинтезу. У свою чергу, надземні частини потребують мінеральних речовин і води, що поглинають корені з ґрунту. Трофічна регуляція має кількісний характер. Наприклад, при обмеженому живленні в рослин, розвиток зазвичай продовжується відповідно до внутрішніх закономірностей, але в них формуються органи зменшеного розміру, скорочується число листків, плодів і насіння.

Більш важливою для рослин є гормональна регуляція. Гормональна система — найважливіший чинник регуляції й управління в рослин. Клітини, тканини й органи рослин взаємодіють між собою за допомогою фітогормонів. Фітогормонами є ауксин, цитокініни, гібереліни й інші фізіологічно активні речовини, наявні в рослинних тканинах у дуже малій концентрації.

Зазвичай, фітогормони виробляються в одних тканинах, а діють в інших, проте в деяких випадках вони функціонують у тих самих клітинах, де утворилися.

Місце синтезу ауксину — бруньки, що розвиваються, і молоді листочки, що ростуть. Звідти ауксин рухається по живих клітинах судин до кінчиків коренів. Цитокініни утворюються в корені й по судинах ксилеми транспортуються до всіх частин рослини. Синтез гіберелінів відбувається у листі, звідки вони переносяться в інші частини рослини по ситоподібних трубках флоєми.

Характерною особливістю фітогормонів, що відрізняє їх від інших фізіологічно активних речовин (вітамінів, мікроелементів), є те, що вони містять фізіологічні і морфогенетичні програми, наприклад коренеутворення, досягання плодів.

Усі фітогормони пов'язані в єдину гормональну систему.

Електрофізіологічна система регуляції у рослин поєднує виникнення градієнтів біоелектричних потенціалів між різними частинами рослини і генерацію поширюваних потенціалів. Добре відомим прикладом регулюючої функції електричних імпульсів є рухова реакція у мімози — складання листочків, опускання черешків і гілок під час дотику до них.

Усі три системи регуляції тісно взаємопов'язані. Наприклад, фітогормони впливають на транспорт поживних речовин, а електрична сигналізація діє на транспорт фітогормонів.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

УРОКИ № 141–143

Тема уроків: Поведінкові реакції рослинних і тваринних організмів. Регенерація. Організм — цілісна саморегульована біологічна система.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про поведінкові реакції рослинних і тваринних організмів, регенерацію, організм як цілісну систему.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати поведінкові реакції рослинних і тваринних організмів, регенерацію, організм як цілісну систему.

Базові поняття й терміни: поведінкові реакції, регенерація, цілісна система.

Тип уроку: семінар.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	3 хв.
Обговорення запитань семінару.....	125 хв.
1. Поведінкові реакції рослинних і тваринних організмів.	
2. Регенерація.	
3. Організм — цілісна саморегульована біологічна система.	
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Обговорення запитань семінару

1. Поведінкові реакції рослинних і тваринних організмів.
2. Регенерація.
3. Організм — цілісна саморегульована біологічна система.

► Інформаційні матеріали до семінару

Утворення тканин тварин, їх регенерація

Утворення тканин (гістогенез) у тварин відбувається з ектодерми, ентодерми, мезодерми й мезенхіми в період ембріогенезу, а основними елементами тканин є клітини та їхні похідні у вигляді неклітинних структур.

Регенерація — утворення нових структур взамін видалених або загинувших у результаті пошкодження чи втрачених у процесі нормальної життєдіяльності.

У багатьох хребетних можлива регенерація цілого організму зі шматочка тіла. У високоорганізованих тварин це неможливо — регенерують лише окремі тканини, органи чи їх частини.

Регенерація може здійснюватися шляхом росту тканин на пораненій поверхні, перебудови частини органа, що залишилася, на новий чи шляхом росту залишку органа без зміни його форми.

Регенерація залежить від рівня організації тварини й від багатьох інших чинників.

Цілісність багатоклітинного організму

Багатоклітинний організм є цілісною, саморегульованою системою. До основних принципів його функціональної організації належать: гомеостаз, імунологічна реактивність, саморегуляція, адаптація. Це означає, що організм може підтримувати сталість свого внутрішнього середовища, боротися із чужорідними агентами, координувати діяльність своїх клітин, тканин і органів, виживати в певних умовах навколишнього середовища, бути до них пристосованим.

Для багатоклітинних організмів характерним є обмін речовин, енергії та інформації, що здійснюється на молекулярному, клітинному, тканинному рівні й на рівні цілісного організму. Це дозволяє багатоклітинним організмам самозберігатися, рости, розвиватися і самовідтворюватися в певних умовах навколишнього середовища, а також адаптуватися до нього.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

Тема 10. Властивості організмів: розмноження та індивідуальний розвиток (26 годин)

Вивчаючи цю тему, учні дізнаються:

- про форми розмноження організмів;
- індивідуальний розвиток організмів (онтогенез);
- ріст організмів та його етапи;
- життєві цикли та чергування поколінь.

Вивчаючи цю тему, учні навчаються:

- характеризувати форми розмноження організмів;
- пояснювати значення мітозу та мейозу в розмноженні організмів.

УРОКИ № 144–145

Тема уроків: **Форми розмноження організмів. Нестатеве і статеве розмноження: цитологічні основи, форми, біологічне значення. Практична робота № 20. Форми розмноження організмів.**

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про форми розмноження організмів, нестатеве і статеве розмноження.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати форми розмноження організмів, нестатеве і статеве розмноження.

Базові поняття й терміни: розмноження, нестатеве розмноження, статеве розмноження.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	60 хв.
1. <i>Форми розмноження організмів.</i>	
2. <i>Нестатеве і статеве розмноження: цитологічні основи, форми, біологічне значення.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про форми розмноження організмів?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. *Форми розмноження організмів.*

Розмноження — це властивість всіх живих організмів, що забезпечує відтворення собі подібних, безперервність і спадкоємність життя. Воно можливе завдяки спадковості й мінливості. Існують різні способи розмноження. Основними з них є нестатеве і статеве розмноження. При статевому процесі здійснюється обмін генетичною інформацією між організмами, а при нестатевому — ні. У деяких організмів покоління з нестатевим розмноженням може чергуватися з поколінням, що розмножується статевим шляхом.

Статеве розмноження — це форма розмноження, пов'язана з обміном генетичною інформацією і формуванням у зв'язку з цим статевих клітин — гамет.

Нестатеве розмноження — це форма розмноження, що не пов'язана з обміном генетичною інформацією між особинами. Це — найдавніший і простий спосіб розмноження. Саме так розмножуються одноклітинні організми — бактерії, ціанобактерії, одноклітинні водорості та найпростіші тварини.

2. *Нестатеве і статеве розмноження: цитологічні основи, форми, біологічне значення.*

Майже всі багатоклітинні рослини та гриби (за рідкісними винятками) мають здатність до нестатевого розмноження. Воно здійснюється вегетативним способом або за допомогою спор. Серед багатоклітинних тварин здатність до нестатевого розмноження частіше зустрічається у нижчих форм. Єдиний спосіб нестатевого розмноження у тварин — це вегетативне розмноження.

Розрізняють такі основні види нестатевого розмноження: вегетативне розмноження і спороутворення.

Вегетативне розмноження — це утворення нової особини з частини батьківського організму. Існують різні форми вегетативного розмноження.

Поділ — це спосіб розмноження, який використовують переважно одноклітинні організми. Зазвичай воно здійснюється шляхом простого поділу клітини навпіл. Такий простий спосіб розмноження, пов'язаний із відносною простою організації одноклітинних організмів, дозволяє розмножуватися дуже швидко.

Серед найпростіших (у тому числі паразитів людини, наприклад у малярійного плазмодія) зустрічається множинний поділ — шизогонія (від грец. *schizo* — розділяю). У цьому випадку ядро материнської особини послідовно ділиться на кілька ядер, після чого багатоядерна клітина розпадається на відповідне число одноядерних клітин.

До форм вегетативного розмноження, що використовують багатоклітинні організми, належать брунькування та фрагментація.

Брунькування — це тип вегетативного розмноження тварин і рослин, за якого дочірні особини формуються з виростів тіла материнського організму (бруньок). Брунькування є характерним для багатьох грибів, печінкових мохів і тварин (губки, кишковопорожнинні, деякі черви, деякі джгутикові, інфузорії, споровики). Якщо процес брунькування відбувається не до кінця, і молоді особини залишаються з'єднаними з материнським організмом, то це може призводити до утворення колоній.

Фрагментація — це спосіб вегетативного розмноження, за якого особина ділиться на два або кілька фрагментів, кожен з яких утворює новий організм. Фрагментація ґрунтується на явищі регенерації — властивості всіх живих організмів відновлювати пошкоджені тканини, а іноді й органи. Фрагментація є характерною для деяких нитчастих водоростей, наприклад спірогири, і деяких безхребетних тварин, наприклад плоских червів.

Спороутворення або спорогенез — це процес утворення спор. У біології поняття «спори» може належати до декількох категорій організмів — спори, що формуються задля перецікування несприятливих умов, і спори, що служать для розмноження. У даному випадку це спори рослин, споровиків і грибів, що служать для розмноження.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час Вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити коротку інформацію про способи розмноження.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

Доведіть, що розмноження є універсальною ознакою живого.

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на складанні ними тестових завдань у рамках вимог ЗНО за зразком.

Зразок

Цитологічну основу статевого розмноження тварин становить:

- А) мітоз;
- Б) амітоз;
- В) *мейоз*;
- Г) регенерація.

► *Робота із зошитом*

Під час узагальнення і систематизації знань потрібно провести практичну роботу № 20 «Форми розмноження організмів» (ЗЛПР, с. 75).

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОКИ № 146–147

Тема уроків: Способи нестатевого розмноження одноклітинних і деяких багатоклітинних організмів. Клонування.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про способи нестатевого розмноження та клонування.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати способи нестатевого розмноження та клонування.

Базові поняття й терміни: нестатеве розмноження, клонування.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 60 хв.

1. *Способи нестатевого розмноження.*
2. *Клонування.*

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів.....	5 хв.
Домашнє завдання.....	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про клонування?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Способи нестатевого розмноження.

► Запитання до учнів

— Які існують способи нестатевого розмноження?

Учитель вислуховує відповіді учнів, коментує і доповнює їх. Згадується матеріал, що був вивчений на уроці № 144.

2. Клонування.

Клонування — це метод одержання декількох генетично ідентичних організмів (клонів) шляхом нестатевого розмноження.

Спочатку клоном називали групу рослин, одержаних від однієї рослини вегетативним шляхом. З часом значення терміна розширилося, клоном почали називати будь-який організм, генетично ідентичний вихідному, а термін «клонування» вживати для позначення технології одержання ідентичних організмів.

Клонування наявне у великій кількості в природі: у рослин при різних способах вегетативного розмноження, у тварин при партеногенезі та різних формах поліембріонії. Серед хребетних є види ящірок, що складаються з одних партеногенетичних самок, тобто вони всі є клонами. Монозиготні близнюки також є клонами. Широко представлене клональне розмноження серед ракоподібних і комах.

Природне клонування тварин і рослин часто відбувається в результаті нестатевого і вегетативного розмноження, а також у результаті партеногенезу.

Людина широко використовує штучне клонування тварин і рослин. Розрізняють повне і часткове клонування організмів. При повному відтворюється весь організм, при частковому — лише його клітини, тканини, або окремі органи.

Клонування рослин здійснюється шляхом регенерації цілої рослини з калюсу. Для одержання первинного калюсу можна використовувати будь-які клітини і тканини рослини, але частіше використовують для цієї мети клітини меристеми — твірної тканини.

Оскільки калюс являє собою безформну недиференційовану клітинну масу, то для регенерації рослини необхідно індукувати шляхом зміни концентрацій фітогормонів у середовищі.

Клонування рослин дозволяє одержувати безвірусний посадковий матеріал, швидко розмножувати рослини, одержувати гомозиготні за всіма генами рослини, які можна використовувати в подальшій селекції.

Клонування тварин є більш складним, ніж клонування рослин.

Перші успішні досліди з клонування тварин були проведені тільки в 60-ті роки ХХ століття. Вченим вдалося провести досліди, у яких заміна ядра яйцеклітини на ядро із соматичної клітини дорослої жаби призвело до появи пуголовків і дорослих жаб. Це довело, що техніка трансплантації ядер із соматичних клітин дорослих організмів дає можливість одержувати генетичні копії організму.

Клонування тварин стало можливим завдяки експериментальним маніпуляціям з яйцеклітинами і ядрами соматичних клітин тварин *in vitro* та *in vivo*. Однак довгий час всі спроби застосувати цей метод для клонування ссавців були безуспішними.

Першим успіхом у цьому напрямку було клонування вівці Доллі, яка стала відомою всьому світові. Експеримент був поставлений Яном Вілмутом і Кейтом Кемпбеллом у Шотландії в 1996 р. і став своєрідним проливом у клонуванні тварин. Доллі стала найвідомішою вівцею в історії науки. Вона прожила 6,5 року, залишила після себе 6 ягнят і померла в 2003 році. За своє недовге життя Доллі встигла стати справжнім символом клонування. Її поява на світ трималася в суворій таємниці, а демонстрація у 1997 р. першого успішного клону викликала справжній фурор. Цікаво, що Доллі виявилася єдиною з 276 зародків, що зуміла вирости до дорослої тварини.

Ученими були проведені успішні експерименти з клонування різних ссавців із використанням ядер, узятих із дорослих соматичних клітин тварин (миша, коза, свиня, корова). Але технологія клонування тварин ще перебуває на стадії розвитку.

Існують перспективи клонування тварин і без пересаджування ядер. У 2009 р. вчені довели, що індуковані стовбурові клітини можуть відтворити повноцінний організм. Саме таким чином були одержані дорослі миші, які виявилися здатними до розмноження.

У майбутньому клонування може бути використано для відтворення природних популяцій тварин.

У ХХ столітті стало можливим молекулярне клонування, тобто клонування молекул ДНК, їх частин і навіть окремих генів.

Загалом теоретично завдання одержання клонованих тварин вирішене, однак на шляху штучного клонування природа поставила безліч перешкод, пов'язаних із виникненням різноманітних порушень, що мають місце внаслідок втручання в генотип організму.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час Вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити коротку інформацію про способи нестатевого розмноження і клонування.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Яку користь можна одержати від клонування?
- У чому полягає перевага чергування статевого й нестатевого поколінь у життєвому циклі рослин?
- Які проблеми виникають щодо спроб клонування людини?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на складанні ними тестових завдань у рамках вимог ЗНО за зразком.

Зразок

Установіть правильну послідовність дій при клонуванні вівці Доллі:

- А) трансплантація яйцеклітини з ядром соматичної клітини в матку;
- Б) отримання яйцеклітини;
- В) розвиток клонового організму;
- Г) привнесення ядра соматичної клітини в яйцеклітину;
- Д) видалення ядра з яйцеклітини.

Відповідь: 1–Б; 2–Д; 3–Г; 4–А; 5–В.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОКИ № 148–149

Тема уроків: Статеве розмноження. Будова статевих клітин. Гаметогенез. Гермафродитизм. Лабораторна робота № 18. Вивчення стадій гаметогенезу на постійних мікропрепаратах.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про статеве розмноження, будову статевих клітин, гаметогенез, гермафродитизм.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати статеве розмноження, будову статевих клітин, гаметогенез, гермафродитизм.

Базові поняття й терміни: статеве розмноження, статеві клітини, гаметогенез, гермафродитизм.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	60 хв.
1. <i>Статеве розмноження.</i>	
2. <i>Будова статевих клітин.</i>	
3. <i>Гаметогенез. Гермафродитизм.</i>	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

Обговорення запитання
Що ви знаєте про гамети?

Вивчення нового матеріалу

► *Розповідь учителя з елементами бесіди*

1. *Статеве розмноження.*

Статеве розмноження забезпечує обмін генетичною інформацією між організмами. При статевому розмноженні утворюються спеціалізовані

статеві клітини — гамети. У результаті злиття гамет, яке називається заплідненням, утворюється зигота — клітина, з якої розвивається новий організм. Статеве розмноження є характерним для представників усіх типів тварин та деяких відділів рослин.

Основою статевого розмноження є статевий процес, що полягає в об'єднанні спадкового матеріалу від двох батьків. Статевим процесом є, наприклад, кон'югація в інфузорій. Відбувається тимчасове сполучення двох особин із метою обміну спадковою інформацією. У результаті з'являються особини, що є генетично відмінними від батьківських організмів. У подальшому вони можуть розмножуватися безстатевим шляхом.

Порівняння статевого і нестатевого розмноження

Критерій для порівняння	Спосіб розмноження	
	нестатеве	статеве
Можливість обміну генетичною інформацією	Нащадки генетично подібні до батьків, оскільки не відбувається обмін генетичною інформацією між організмами	Відбувається обмін генетичною інформацією між організмами. Нащадки поєднують у собі ознаки обох батьківських організмів
Наявність спеціалізованих статевих клітин	Спеціалізовані статеві клітини не утворюються	Утворюються спеціалізовані статеві клітини — гамети
Еволюційне значення	Не веде до появи комбінативної мінливості	Веде до появи комбінативної мінливості
Час появи	Є еволюційно більш давнім, ніж статеве розмноження	Є еволюційно пізнішим, ніж нестатеве розмноження

2. Будова статевих клітин.

Гамети — це один із багатьох напрямків диференціювання клітин багатоклітинного організму. Вони спеціалізовані для виконання репродуктивної функції. Для гамет характерний гаплоїдний набір хромосом, низький рівень обмінних процесів, наявність спеціалізованих органел.

Яйцеклітина — це жіноча статеві клітина, що містить запас поживних речовин для майбутнього зародка. Сперматозоїд — це чоловіча статеві клітина, здатна до руху, що забезпечує зустріч гамет.

По ряду ознак жіночі й чоловічі гамети відрізняються одна від одної. Це пов'язано з різними функціями яйцеклітини і сперматозоїда в процесі

розмноження. Яйцеклітина, наприклад, має оболонки, що перешкоджають проникненню в неї більш ніж одного сперматозоїда, виконують захисну та інші функції, а сперматозоїд має апарат руху у вигляді джгутика.

Оскільки яйцеклітина має запас поживних речовин, то вона є відносно великою клітиною. Наприклад, розміри жіночої яйцеклітини становлять 150–170 мкм. У цитоплазмі яйцеклітин містяться включення поживних речовин — жовток. Саме завдяки запасу поживних речовин відбувається харчування зародка на ранніх стадіях ембріонального розвитку.

Яйцеклітина, зазвичай, має кулясту або витягнуту форму. Як усі інші клітини, вона відокремлена плазматичною мембраною, але зовні оточена додатковою оболонкою. Блискуча оболонка вкрита променистим вінцем, або фолікулярною оболонкою, що являє собою мікрроворсинки фолікулярних клітин. Вона виконує захисну і трофічну функцію.

У яйцеклітині немає апарату активного руху. Сперматозоїд має апарат руху у вигляді джгутика, тому в спермі він може розвивати швидкість до 5 см/г.

Розміри сперматозоїда мікроскопічні: довжина цієї клітини в людини становить 50–70 мкм. Всі сперматозоїди несуть негативний електричний заряд, що перешкоджає їхньому склеюванню і сприяє активному рухові.

Сперматозоїд підрозділяється на головку, шийку і хвіст. Сперматозоїди багатьох видів тварин мають спеціалізовану органелу — акросому (від грец. *akron* — вершина і *soma* — тіло). Акросома розташована в передній частині головки і являє собою мембранний пухирець, утворений апаратом Гольджі. Акросома — це своєрідний «хімічний таран», який містить спеціальні ферменти, що розчиняють оболонки яйцеклітини.

У шийці сперматозоїда розташовані мітохондрії. Вони виробляють АТФ, енергія якої витрачається на активні рухи джгутика.

Встановлено, що оболонка сперматозоїда має спеціальні рецептори, які сприймають хімічні речовини, які виділяються яйцеклітиною. Тому сперматозоїди здатні активно рухатися у напрямку до яйцеклітини.

Статеві клітини відіграють важливу роль при передачі інформації від покоління до покоління, забезпечують безперервність життя виду.

3. Гаметогенез. Гермафродитизм.

Процес утворення статевих клітин називається гаметогенезом. Гаметогенез підрозділяється на стадії:

1. Стадія розмноження.

Диплоїдні клітини, з яких утворюються чоловічі гамети, називають сперматогоніями, а жіночі — овогоніями. На стадії розмноження ці клітини здійснюють серію послідовних мітотичних поділів, у результаті чого їхня кількість зростає.

Сперматогонії розмножуються протягом усього періоду статевої зрілості чоловічої особини. Розмноження овогоній пов'язано з періодом ембріогенезу.

незу. У жіночому організмі цей процес найбільш інтенсивно відбувається в яєчниках між 2-м і 5-м місяцями внутрішньоутробного розвитку.

2. Стадія росту.

На стадії росту відбувається збільшення розмірів клітин та їх перетворення на сперматоцити і овоцити першого порядку. На цій стадії здійснюється подвоєння ДНК в клітинах.

3. Стадія дозрівання.

На стадії дозрівання відбувається мейоз. Після першого поділу мейозу утворюються сперматоцити і овоцити другого порядку, а після другого поділу мейозу — сперматиди і зріла яйцеклітина.

У результаті поділів на стадії дозрівання кожен сперматоцит першого порядку дає чотири сперматиди, а кожен овоцит першого порядку — одну повноцінну яйцеклітину і редукційні тільця, які в розмноженні не беруть участі. Завдяки цьому жіноча гамета є великою, забезпеченою максимальною кількістю запасних поживних речовин.

4. Стадія формування.

На цій стадії відбувається остаточне дозрівання сперматозоїдів і яйцеклітин.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час Вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про статеве розмноження, статеві клітини, гаметогенез, гермафродитизм.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення і систематизації знань необхідно провести лабораторну роботу № 18 «Вивчення стадій гаметогенезу на постійних мікропрепаратах» (ЗЛПР, с. 29).

► Запитання для повторення та обговорення

Доведіть, що статеве розмноження має важливе еволюційне значення.

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на складанні ними тестових завдань у рамках вимог ЗНО за зразком.

Зразок

Установіть відповідність між клітинами та їхніми характеристиками:

- | | |
|-----------------|--|
| 1. Яйцеклітина | А. Утворюється в процесі сперматогенезу на стадії дозрівання |
| 2. Сперматозоїд | Б. Має декілька захисних оболонок |
| 3. Сперматоцит | В. Формується в результаті спорогенезу |
| 4. Полуцит | Г. Утворюється при овогенезі, не має цитоплазми |
| | Д. Має акросому |

Відповідь: 1–Б, 2–Д, 3–А, 4–Г.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОКИ № 150–151

Тема уроків: Запліднення та його форми. Партогенез. Поліембріонія.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про запліднення, партогенез, поліембріонію.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати запліднення, партогенез, поліембріонію.

Базові поняття й терміни: запліднення, партогенез, поліембріонія.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 60 хв.

1. Запліднення та його форми.

2. Партогенез. Поліембріонія.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 13 хв.

Самостійна робота учнів 5 хв.

Домашнє завдання 1–2 хв.

Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про форми запліднення?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Запліднення та його форми.

При статевому розмноженні батьківські організми формують спеціалізовані клітини для забезпечення генеративної функції. Ці клітини називають гаметами. Злиття гамет веде до утворення зиготи — клітини, що являє собою дочірню особину на першій, найбільш ранній стадії індивідуального розвитку.

У деяких організмів зигота утворюється в результаті об'єднання гамет, що не відрізняються за будовою. У таких випадках говорять про ізогамію. Ізогамія — це примітивна форма статевого процесу, при якому зливаються дві однакові за зовнішніми ознаками і величиною гамети.

За подібністю чи відмінністю гамет виділяють кілька типів утворення гамет: ізогамія — гамети однакового розміру і будови; анізогамія — гамети різного розміру, але подібної будови; оогамія — гамети різного розміру і будови: а) дрібні мають джгутики (чоловічі гамети — сперматозоїди); б) великі не мають джгутиків (жіночі гамети — яйцеклітини).

У більшості організмів гамети різняться: жіноча гамета — яйцеклітина позбавлена джгутиків, нерухома і значно більша за чоловічу гамету — сперматозоїда, який має джгутики і має менші розміри.

2. Партеногенез. Поліембріонія.

Хоча запліднення є характерною ознакою статевого розмноження, дочірній організм іноді розвивається і з незаплідненої яйцеклітини. Це явище називають партеногенезом. Партеногенез (від грец. *παρθενος* — незаймана та *γενεσις* — народження) — форма статевого розмноження, коли розвиток яйцеклітини відбувається без запліднення. Притаманний багатьом рослинам та безхребетним тваринам (попелиці, деякі види цвіркунів, метеликів та ос), а також і деяким хребетним (риби, амфібії, ящірки).

Рідше спостерігається андрогенез — розвиток нащадка з клітини з цитоплазмою ооцита і ядром сперматозоїда. Андрогенез (від латин. *andros* — чоловік та *genesis* — походження, виникнення) — це форма розмноження організмів, при якій у розвитку зародка бере участь ядро чоловічої гамет, але не бере участі ядро жіночої гамет, тобто розвиток яйцеклітини з чоловічим ядром, привнесеним у неї спермієм у процесі запліднення. Андрогенез спостерігається у деяких видів тварин (наприклад, наїзники

Habrobracom) та рослин (кукурудза, деякі сорти тютюну) у тих випадках, коли ядро яйця гине до запліднення.

Обов'язковий партеногенез є зміненою формою статевого розмноження в еволюції деяких видів тварин. У бджіл, наприклад, він використовується як механізм генетичного визначення статі: жіночі особини (робочі бджоли і цариці) розвиваються із запліднених яйцеклітин, а чоловічі (трутні) — у результаті партеногенезу.

Партеногенез притаманний життєвим циклом багатьох паразитів. Він забезпечує збільшення чисельності особин в умовах, що утруднюють зустріч партнерів протилежної статі.

У деяких видів спостерігається поліембріонія — нестатеве розмноження зародка, що виник шляхом статевого розмноження. Поліембріонія полягає в поділі одного зародка на стадії бластули на кілька зародків, з яких розвиваються повноцінні особини. Прикладом поліембріонії в людини є народження однояйцевих близнюків.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час Вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про запліднення, партеногенез, поліембріонію.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

Доведіть, який рівень організації живого є найвищим на нашій планеті.

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на складанні ними тестових завдань у рамках вимог ЗНО за зразком.

Зразок

При партеногенезі розвиток нового організму здійснюється:

- А) із заплідненої яйцеклітини;
- Б) сперматозоїда;
- В) незаплідненої яйцеклітини;
- Г) спори.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

Тема уроків: Індивідуальний розвиток організмів (онтогенез).
Періодизація онтогенезу багатоклітинних організмів.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про онтогенез та періодизацію онтогенезу.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати онтогенез та періодизацію онтогенезу.

Базові поняття й терміни: онтогенез, періодизація онтогенезу.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	60 хв.
1. Індивідуальний розвиток організмів (онтогенез).	
2. Періодизація онтогенезу багатоклітинних організмів.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про онтогенез людини?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Індивідуальний розвиток організмів (онтогенез).

Кожний організм здійснює процес свого розвитку індивідуально. Такий розвиток, тобто сукупність послідовних морфологічних, фізіологічних і біохімічних перетворень, що зазнає організм, називають онтогенезом. Онтогенез (від грец. *on* — істота і *γενεση* — походження, народження) — це індивідуальний розвиток організму від запліднення (при статевому

розмноженні) або від моменту відділення від материнської особини (при нестатевому розмноженні) до смерті. Саме в ході онтогенезу відбувається процес реалізації генетичної інформації, одержаної нащадками від батьків. Зумовлена спадковістю програма онтогенезу здійснюється під впливом багатьох внутрішніх і зовнішніх чинників.

Онтогенез багатоклітинних тварин учені поділяють на ембріональну фазу, яка здійснюється під захистом яйцевих оболонок і постембріональний розвиток за межами яйця. Якщо для виду характерно живородіння, то онтогенез поділяють на пренатальний (тобто до народження) і постнатальний (після народження) періоди.

У насінних рослин до ембріонального розвитку належать процеси розвитку зародка, що відбуваються в сім'ї.

2. Періодизація онтогенезу багатоклітинних організмів.

Онтогенез тварин поділяють на два періоди: ембріональний і постембріональний.

Тривалість онтогенезу коливається у різних видів організмів від декількох годин або днів (деякі комахи) до 200 років (наприклад, черепахи). Це не пов'язане з рівнем їх організації і систематичним положенням, а є однією з видових ознак.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про онтогенез та періодизацію онтогенезу.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

За якими критеріями здійснюється періодизація онтогенезу?

Самостійна робота учнів

① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на складанні ними тестових завдань у рамках вимог ЗНО за зразком.

Зразок

Установіть правильну послідовність періодів онтогенезу комах із повним перетворенням.

- А. Личинка
- Б. Яйце
- В. Лялечка
- Г. Імаго
- Д. Метаморфоз

Відповідь: 1–Б, 2–А, 3–В, 4–Д, 5–Г.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОКИ № 154–155

Тема уроків: Ембріональний розвиток. Етапи ембріогенезу у тварин. Практична робота № 19. Вивчення етапів ембріогенезу хордових тварин.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про ембріональний розвиток і етапи ембріогенезу у тварин.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати ембріональний розвиток і етапи ембріогенезу у тварин.

Базові поняття й терміни: ембріональний розвиток, ембріогенез.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	60 хв.
1. Ембріональний розвиток.	
2. Етапи ембріогенезу у тварин.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	13 хв.
Самостійна робота учнів	5 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про ембріональний розвиток?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Ембріональний розвиток.

2. Етапи ембріогенезу у тварин.

В ембріональному періоді виділяють три основні етапи: дробіння, гастрюляцію та органогенез.

Дробіння — це послідовний поділ зиготи, що приводить до утворення зародка, який називають бластулою. Маса бластули залишається такою ж, яка була в зиготи. Тобто після кожного ділення зиготи, клітини стають все більш дрібними. Тип дробіння залежить від кількості жовтка і його розташування в яйцеклітині.

Гастрюляція — це процес інвагінації (тобто вгинання) клітин, що складають бластулу. В результаті активного пересування клітин формуються так звані зародкові листки. Гастрюляція приводить до утворення зародка, який називають гастрюлою.

Органогенез — процес утворення органів. У різних групах тварин цей процес характеризується певними особливостями. Наприклад, у хордових на цьому етапі відбувається закладка нервової трубки, хорди і кишкової трубки.

Постембріональний розвиток може здійснюватися двома основними типами: прямий розвиток і розвиток із перетворенням або метаморфозом (непрямий розвиток).

Внаслідок прямого розвитку молода особина мало чим відрізняється від дорослого організму і веде той же спосіб життя.

При розвитку з метаморфозом з яйця з'являється личинка, зовні не схожа на дорослу особину. Вона харчується, росте і на певному етапі перетворюється на дорослу особину, причому цей процес супроводжується досить глибокими морфологічними і фізіологічними перетвореннями — метаморфозом.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про ембріональний розвиток і етапи ембріогенезу у тварин.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення і систематизації знань необхідно провести практичну роботу № 19 «Вивчення етапів ембріогенезу хордових тварин» (ЗЛПР, с. 72).

► Запитання для повторення та обговорення

У чому полягають особливості ембріонального розвитку?

Самостійна робота учнів

- ① **Методичні рекомендації:** підготовка учнів до виконання вимог зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Самостійна робота учнів може бути побудована на складанні ними тестових завдань у рамках вимог ЗНО за зразком.

Зразок

Установіть правильну послідовність етапів онтогенезу хордових тварин.

- А. Нейрула
- Б. Бластула
- В. Органогенез
- Г. Гастрולה

Відповідь: 1–Б, 2–Г, 3–А, 4–В.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОКИ № 156–158

Тема уроків: Диференціація клітин у процесі ембріогенезу. Формування багатоклітинного зародка. Гістогенез, органогенез. Вплив алкоголю, нікотину, наркотичних речовин на розвиток зародка людини.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про диференціацію клітин у процесі ембріогенезу, гістогенез, органогенез і вплив алкоголю, нікотину, наркотичних речовин на розвиток зародка людини.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати диференціацію клітин у процесі ембріогенезу, гістогенез, органогенез.

Базові поняття й терміни: диференціація клітин, ембріогенез, гістогенез, органогенез.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.
Вивчення нового матеріалу 110 хв.

1. Диференціація клітин у процесі ембріогенезу.
2. Формування багатоклітинного зародка.
3. Гістогенез, органогенез.
4. Вплив алкоголю, нікотину, наркотичних речовин на розвиток зародка людини.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів 18 хв.

Домашнє завдання 1–2 хв.

Підбиття підсумків уроку 3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про вплив алкоголю, нікотину, наркотичних речовин на розвиток зародка людини?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Диференціація клітин у процесі ембріогенезу.
2. Формування багатоклітинного зародка.
3. Гістогенез, органогенез.
4. Вплив алкоголю, нікотину, наркотичних речовин на розвиток зародка людини.

На розвиток організму впливають різні чинники, як внутрішні, так і зовнішні. Саме єдність внутрішніх і зовнішніх чинників, які можуть діяти постійно або тимчасово, визначає розвиток організму. Нормальний розвиток організму можливий лише при оптимальному поєднанні характеристик внутрішніх і зовнішніх умов.

Основні характеристики організму визначає його генотип. Є ознаки, що виявляються незалежно від умов оточуючого середовища. Вплив генотипу на розвиток організму важко переоцінити. Але багато ознак організму формуються в процесі його розвитку завдяки складним взаємодіям зовнішніх і внутрішніх чинників.

З одного боку, кожна наступна стадія розвитку пов'язана з попередньою і залежить від внутрішніх умов, що склалися в організмі. З іншого — кожна наступна стадія розвитку організму підпадає під вплив зовнішнього середовища. Якщо будь-якої зовнішньої або внутрішньої умови недостатньо або якщо виникає незвичайний зовнішній чинник, здатний

кардинально вплинути на хід розвитку організму, то хід ембріогенезу і постембріонального розвитку може відхилитися від нормального шляху.

Учені виявили, що в процесі закладки кожного органу під час ембріогенезу існують особливо чутливі періоди, коли вплив несприятливих чинників середовища може спричинити суттєві відхилення в його розвитку. У критичні періоди зародок або плід стає дуже чутливим щодо дії зовнішніх чинників.

Так, наприклад в онтогенезі людини до критичних періодів належать: запліднення, імплантація — стадія, коли зародок прикріплюється до стінок матки, розвиток зачатків органів (особливо головного мозку), формування основних систем організму, народження, період до 1 року, статеве дозрівання (від 11 до 16 років).

До найбільш частих чинників, що порушують нормальний розвиток людини на стадії ембріогенезу, належать:

- порушення обміну речовин у матері;
- вміст у крові матері токсичних речовин (наприклад, лікарських препаратів, наркотичних речовин, нікотину, алкоголю тощо);
- інфекція (особливо вірусна);
- рентгенівське опромінення, оскільки клітини ембріональних зачатків особливо чутливі до радіації.

До чинників, що порушують нормальний розвиток людини в постембріональному періоді, належать:

- фізичні: сонячна радіація, температура, вологість, швидкість руху і тиск повітря, температура захищаючих поверхонь (радіаційна температура від будівельних конструкцій, ґрунту, обладнання та ін.), шум, вібрація, йонізуюче випромінювання, освітленість, електромагнітні хвилі тощо;
- хімічні: природні й штучні хімічні елементи та сполуки (забруднювачі), що містяться у складі повітря, води, ґрунту, харчових продуктів, будівельних матеріалів, одягу, взуття, різних предметів побуту та інтер'єру, побутової електротехніки, промислового обладнання тощо;
- біологічні: мікроорганізми, віруси, гельмінти, грибки, різні тварини й рослини та продукти їхньої життєдіяльності.

Фізичні й хімічні чинники можуть бути як природного, так і штучного, тобто антропогенно-техногенного походження. На розвиток людини впливає сукупність усіх цих чинників. Вони впливають на морфологічні й біохімічні процеси, від яких залежить розвиток організму, і можуть мати як позитивний, так і негативний характер.

На розвиток людини впливають також соціальні чинники: середній рівень доходу і прожитковий мінімум, культурне середовище та моральні цінності, релігія, рівень освіти, доступність медичної допомоги.

► *Робота в групах. Робота з підручником*

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► *Орієнтовний текст конспекту учня*

Конспект учня має містити коротку інформацію про диференціацію клітин у процесі ембріогенезу, гістогенез, органогенез і вплив алкоголю, нікотину, наркотичних речовин на розвиток зародка людини.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► *Запитання для повторення та обговорення*

- Доведіть вплив нікотину на розвиток зародка людини.
- У чому полягають переваги диференціації клітин і тканин?
- Які зовнішні чинники негативно впливають на процес органогенезу в людини?
- Проаналізуйте критичні періоди в онтогенезі людини.

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОКИ № 159–160

Тема уроків: Постембріональний розвиток. Типи постембріонального розвитку. Статеве дозрівання. Старість як етап онтогенезу. Теорії старіння організмів.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про постембріональний розвиток, статеве дозрівання, старість як етап онтогенезу.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати постембріональний розвиток, статеве дозрівання, старість як етап онтогенезу.

Базові поняття й терміни: постембріональний розвиток, статеве дозрівання, старість.

Тип уроку: комбінований.

Структура уроку

Організаційний етап 1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності 5 хв.

Вивчення нового матеріалу	60 хв.
1. Постембріональний розвиток.	
2. Типи постембріонального розвитку.	
3. Статеве дозрівання.	
4. Старість як етап онтогенезу. Теорії старіння організмів.	
Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів	18 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків уроку	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитання

Що ви знаєте про статеве дозрівання?

Вивчення нового матеріалу

► Розповідь учителя з елементами бесіди

1. Постембріональний розвиток.
2. Типи постембріонального розвитку.
3. Статеве дозрівання.
4. Старість як етап онтогенезу. Теорії старіння організмів.

Проблема старіння

Максимальна для особин певного виду тривалість життя лімітується генетично. Але тривалість життя конкретного індивіда залежить від багатьох зовнішніх чинників.

Для деяких організмів характерне старіння. Старіння — це процес поступового порушення і втрати важливих функцій організму, зокрема здатності до розмноження і регенерації. Внаслідок старіння організм стає менш пристосованим до умов навколишнього середовища, зменшує і навіть втрачає свою здатність протистояти хвижакам, хворобам, травмам.

Деякі нижчі тварини практично уникають старіння за рахунок швидкого оновлення клітин всіх тканин свого тіла. В інших тварин прояви старіння є незначними. У ссавців процеси старіння виявляються досить явно, наприклад посивіння волосся.

Старіння — це руйнівний процес, що веде до зниження фізіологічних функцій організму. Процес старіння в кожного організму відбувається з індивідуальною швидкістю, що залежить від генетичних чинників і чинників навколишнього середовища.

Існують численні теорії, що намагаються пояснити механізм старіння, але універсальної, що повністю пояснює процес старіння, досі немає. Це пов'язано з тим, що механізми старіння досить складні і різноманітні.

Сьогодні існує кілька альтернативних теорій старіння, що почасти суперечать одна одній, а почасти — доповнюють.

Є вчені, котрі вважають, що старіння — це базова біологічна властивість всіх живих організмів, процес, що є генетично зумовленим. Тобто старіння є нормальним універсальним явищем і являє собою «самознищення», «самоліквідацію» організму з метою «звільнити дорогу» новим поколінням.

Інші дослідники вважають, що старіння є результатом накопичення протягом життя «помилки», коли випадково відбуваються порушення і пошкодження. Це — «незапрограмоване» старіння.

Найбільш детально вивчається процес старіння в людини, оскільки людина завжди мріє про вічну молодість. Існує наука — геронтологія, що вивчає явища старіння живих організмів, у тому числі й людини. Сучасна геронтологія вивчає механізми та причини старіння від молекулярного і клітинного рівнів до цілісного організму.

► Робота в групах. Робота з підручником

Під час вивчення нового матеріалу можна використовувати текст підручника.

► Орієнтовний текст конспекту учня

Конспект учня має містити коротку інформацію про постембріональний розвиток, статеве дозрівання, старість.

Узагальнення, систематизація і контроль знань і вмінь учнів

► Запитання для повторення та обговорення

- Які теорії старіння ви знаєте?
- Чому іноді кажуть: «Старий, як малий»? У чому полягає схожість цих етапів онтогенезу?
- Що вивчає наука геронтологія? Чи потрібна вона суспільству?
- Як біологічне статеве дозрівання відповідає соціальному?

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків уроку

УРОКИ № 161–162

Тема уроків: Особливості постембріонального розвитку рослин. Ріст організмів та його етапи. Типи і чинники росту. Обмежений і необмежений ріст організмів різних груп. Лабораторна робота № 19. Дослідження впливу хімічних сполук — інгібіторів росту рослин. Лабораторна робота № 20. Дослідження впливу фітонцидів на розвиток пліснявого гриба.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про особливості постембріонального розвитку рослин, ріст організмів та його етапи.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати особливості постембріонального розвитку рослин, ріст організмів та його етапи.

Базові поняття й терміни: постембріональний розвиток, ріст, чинники росту, обмежений ріст, необмежений ріст.

Тип уроку: семінар.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	3 хв.
Вивчення нового матеріалу	65 хв.
1. Особливості постембріонального розвитку рослин.	
2. Ріст організмів та його етапи.	
3. Типи і чинники росту.	
4. Обмежений і необмежений ріст організмів різних груп.	
Узагальнення знань і вмінь учнів	15 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитань семінару

- Особливості постембріонального розвитку рослин.
- Ріст організмів та його етапи.

- Типи і чинники росту.
- Обмежений і необмежений ріст організмів різних груп.

Узагальнення знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення знань необхідно провести лабораторну роботу № 19 «Дослідження впливу хімічних сполук — інгібіторів росту рослин» і лабораторну роботу № 20 «Дослідження впливу фітонцидів на розвиток пліснявого гриба» (ЗЛПР, с. 30, с. 31).

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

УРОКИ № 163–165

Тема уроків: Життєві цикли та чергування поколінь. Прості та складні життєві цикли. Поділ клітини — основа розмноження та індивідуального розвитку організмів. Практична робота № 21 Спостереження і опис комах на різних стадіях розвитку.

Мета уроків: сформувати в учнів поняття про життєві цикли та чергування поколінь. Прості та складні життєві цикли.

Обладнання та матеріали: підручник для 10 класу «Біологія», «Робочий зошит» до підручника для 10 класу, фотографії, схеми, малюнки, що дозволяють ілюструвати життєві цикли та чергування поколінь.

Базові поняття й терміни: життєвий цикл, чергування поколінь.

Тип уроку: семінар.

Структура уроку

Організаційний етап	1–2 хв.
Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності	5 хв.
Вивчення нового матеріалу	110 хв.
1. Життєві цикли та чергування поколінь.	
2. Прості та складні життєві цикли.	
3. Поділ клітини — основа розмноження та індивідуального розвитку організмів.	

Узагальнення знань і вмінь учнів	15 хв.
Домашнє завдання	1–2 хв.
Підбиття підсумків семінару	3 хв.

Хід уроку

Організаційний етап

Актуалізація опорних знань і мотивація навчальної діяльності

► Обговорення запитань семінару

1. Життєві цикли та чергування поколінь.
2. Прості та складні життєві цикли.
3. Поділ клітини — основа розмноження та індивідуального розвитку організмів.

► Інформаційні матеріали до семінару

Життєві цикли рослин

Життєвий цикл — це закономірна зміна всіх поколінь, характерних для даного виду живих організмів. Наприклад, у рослин у життєвому циклі йде чергування статевого та нестатевого поколінь, оскільки для рослин характерними є два види розмноження: статеве і нестатеве.

Статевим поколінням у рослин є гаметофіт, а нестатевим — спорофіт. У всіх рослин гаметофіт гаплоїдний, а спорофіт диплоїдний. Мейоз у життєвому циклі рослин відбувається при формуванні спор.

У мохоподібних і папоротеподібних на гаметофіті утворюються статеві органи: чоловічі антеридії і жіночі архегонії. Сперматозоїди запліднюють яйцеклітину, що перебуває в архегонії, у результаті утворюється диплоїдна зигота. Зигота формує зародок, який розвивається у спорофіт. Саме на спорофіті в спорангіях відбувається мейоз і утворюються гаплоїдні спори. Зі спор розвивається гаметофіт, і цикл починається спочатку. У мохоподібних у життєвому циклі домінує гаметофіт, а у папоротеподібних — спорофіт.

У насінних рослин життєвий цикл ускладнюється, оскільки жіночий гаметофіт розвивається на спорофіті та на ньому й залишається, а чоловічий гаметофіт — пилкок, переноситься до жіночого гаметофіту в процесі запилення.

Крім того, у насінних рослин виникає спеціалізована структура — насіння — зародок спорофіту, забезпечений запасом поживних речовин і оточений захисною оболонкою.

У голонасінних перенесення пилку забезпечується вітром. Після запилення пилкок проростає, утворюється пилкова трубка. Утворюються два спермія, але в процесі запліднення бере участь лише один із них, інший — гине. У результаті запліднення утворюється зигота з диплоїдним набором хромосом. Зигота дає початок зародку, який є частиною насіння.

У покритонасінних з'являється генеративний орган — квітка і виникає подвійне запліднення, яке є властивим тільки квітковим рослинам. При подвійному заплідненні один зі спермій зливається з яйцеклітиною, а другий — із центральною клітиною зародкового мішка, тобто жіночого гаметофіту. Із заплідненої яйцеклітини розвивається зародок, а з центральної клітини — вторинний ендосперм насіння, що містить поживні речовини.

Еволюція життєвого циклу вищих рослин відбувалася у двох протилежних напрямках: у мохоподібних вона була спрямована на зростання самостійності гаметофіту, його поступового морфологічного ускладнення і спрощення спорофіту, що розвивався на спорофіті й залежав від нього; у всіх інших вищих рослин самостійною фазою життєвого циклу є спорофіт, а гаметофіт у процесі еволюції поступово зменшувався і спрощувався.

Редукція гаметофіту є максимальною в покритонасінних рослин, у яких, наприклад, жіночий гаметофіт представлений лише вісьмома клітинами зародкового мішка.

Отже, серед нижчих і серед вищих рослин всі великі й складно влаштовані організми є спорофітами.

Для тварин теж характерні різноманітні життєві цикли, у яких можуть чергуватися статеве і нестатеве покоління, рухливі й малорухомі форми, є складні життєві цикли у паразитів, що пов'язані зі зміною хазяїв.

Життєві цикли з'являються вже в одноклітинних тварин. В інфузорії-туфельки, наприклад, чергується нестатеве покоління і покоління, у якого відбувається статевий процес.

У життєвому циклі сцифоїдних медуз чергуються стадія поліпа і стадія медузи. На стадії медузи відбувається розмноження статевим шляхом. Чоловічі особини виробляють сперматозоїди, жіночі — яйцеклітини. Після злиття утворюється личинка — планула, що осідає на дні.

Потім із планули виростає нестатеве покоління — поліп. Коли поліп досягає зрілості, на ньому завдяки брунькуванню формуються молоді медузи, які відокремлюються від нього. У сцифоїдних медуза, яка щойно відокремилася, відрізняється від зрілої форми.

Є життєві цикли і у слизовиків (міксоміцетів). У них перед початком розмноження плазмодій диференціюється: клітини утворюють «ніжку» і «капельшок» спорангія. Клітини, що опинилися в «ніжці», наприкінці життєвого циклу, гинуть; клітини зі «шляпки» перетворюються на спори. З кожної спори формується одна клітина. Після кількох поділів ці клітини з'єднуються в зиготу. Зиготи об'єднуються і формують плазмодій.

Життєві цикли організмів мають адаптивний характер і пов'язані з пристосуванням до життя в різних умовах навколишнього середовища.

Узагальнення знань і вмінь учнів

► Робота із зошитом

Під час узагальнення слід провести практичну роботу № 21 «Спостереження і опис комах на різних стадіях розвитку» (ЗЛПР, с. 76).

Домашнє завдання

Прочитати відповідний параграф підручника, дати відповіді на запитання після параграфа.

Підбиття підсумків семінару

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ № 3

Урок № 166. Вивчення процесу утворення статевих клітин на постійних препаратах.

Урок № 167. Катаболічні процеси при проростанні насіння рослин.

Урок № 168. Хімічні регулятори росту рослин.

Урок № 169. Нестатеве розмноження організмів.

Урок № 170. Визначення життєздатності насіння за забарвленням цитоплазми його клітин.

Під час проведення лабораторного практикуму можна використовувати ЗЛПР (с. 103—109).

ЗМІСТ

ВСТУП..... 3

Розділ I. Загальна характеристика живої природи (16 годин)

Тема 1. Біологія — наука про життя (8 годин)

Урок № 1..... 6	Урок № 5..... 21
Урок № 2..... 12	Урок № 6..... 24
Урок № 3..... 16	Урок № 7..... 27
Урок № 4..... 19	Урок № 8..... 30

Тема 2. Системна організація живої природи (8 годин)

Урок № 9..... 32	Урок № 13..... 46
Урок № 10..... 37	Урок № 14..... 52
Урок № 11..... 39	Урок № 15..... 59
Урок № 12..... 43	Урок № 16..... 64

Розділ II. Молекулярний рівень організації живої природи (40 годин)

Тема 3. Елементний склад біологічних систем (8 годин)

Урок № 17..... 66	Урок № 21..... 82
Урок № 18..... 69	Урок № 22..... 85
Урок № 19..... 72	Урок № 23..... 88
Урок № 20..... 77	Урок № 24..... 91

Тема 4. Неорганічні речовини живих організмів (12 годин)

Урок № 25..... 93	Урок № 30..... 117
Урок № 26..... 96	Урок № 31..... 121
Урок № 27..... 102	Урок № 32..... 123
Урок № 28..... 106	Урок № 33..... 126
Урок № 29..... 112	Урок № 34..... 131

Тема 5. Біомолекулярний склад живого (20 годин)

Урок № 35..... 134	Урок № 40..... 155
Урок № 36..... 138	Урок № 41..... 158
Урок № 37..... 145	Урок № 42..... 164
Урок № 38..... 148	Урок № 43..... 167
Урок № 39..... 152	Урок № 44..... 172

Урок № 45.....	175	Урок № 50.....	196
Урок № 46.....	180	Урок № 51.....	200
Урок № 47.....	184	Урок № 52.....	205
Урок № 48.....	187	Урок № 53.....	209
Урок № 49.....	194	Урок № 54.....	212
Лабораторний практикум № 1	216		

Розділ III. Клітинний рівень організації живої природи (50 годин)

Тема 6. Структури клітинного рівня: біомолекули та органели клітини (20 годин).

Урок № 64.....	217	Урок № 74.....	253
Урок № 65.....	221	Урок № 75.....	257
Урок № 66.....	225	Урок № 76.....	259
Урок № 67.....	227	Урок № 77.....	264
Урок № 68.....	230	Урок № 78.....	269
Урок № 69.....	234	Урок № 79.....	273
Урок № 70.....	239	Урок № 80.....	277
Урок № 71.....	244	Урок № 81.....	281
Урок № 72.....	248	Урок № 82.....	285
Урок № 73.....	250	Урок № 83.....	288

Тема 7. Основні процеси клітинного рівня (18 години)

Урок № 84.....	290	Урок № 94.....	312
Урок № 85.....	293	Урок № 95.....	316
Урок № 86.....	298	Урок № 96.....	319
Урок № 87.....	300	Урок № 97.....	322
Урок № 88.....	302	Урок № 98.....	326
Урок № 89.....	303	Урок № 99.....	329
Урок № 90.....	306	Урок № 100.....	333
Уроки № 91–93.....	310	Урок № 101.....	335

Тема 8. Самовідтворення клітини. Віруси (12 годин)

Урок № 102.....	341	Урок № 108.....	362
Урок № 103.....	346	Урок № 109.....	366
Урок № 104.....	348	Урок № 110.....	371
Урок № 105.....	351	Уроки № 111—112.....	375
Урок № 106.....	355	Урок № 113.....	382
Урок № 107.....	358		

Лабораторний практикум № 2	387
----------------------------------	-----

РОЗДІЛ IV. Організменний рівень організації живої природи (54 години)

Тема 9. Організм як біосистема: структурні елементи та основні процеси (28 годин)

Урок № 119.....	388	Урок № 130.....	408
Урок № 120.....	391	Уроки № 131–132.....	410
Урок № 121.....	393	Урок № 133.....	413
Урок № 122	395	Уроки № 134–135	417
Урок № 123	398	Уроки № 136–137	419
Уроки № 124–125.....	399	Уроки № 138–140	422
Уроки № 126–127	402	Уроки № 141–143.....	425
Уроки № 128–129.....	405		

Тема 10. Властивості організмів: розмноження та індивідуальний розвиток (26 годин)

Уроки № 144–145	427	Уроки № 154–155	443
Уроки № 146–147	430	Уроки № 156–158	446
Уроки № 148–149	433	Уроки № 159–160.....	449
Уроки № 150–151.....	438	Уроки № 161–162.....	451
Уроки № 152–153.....	441	Уроки № 163–165.....	452
Лабораторний практикум № 3	455		

Навчальне видання
ТАГЛИНА Ольга Валентинівна

БІОЛОГІЯ. 10 КЛАС
Профільний рівень
Розробки уроків

Код Х16570У. Підписано до друку 29.10.2011.
Формат 60×90/16. Папір друкарський. Гарнітура Шкільна.
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 29,0.

ТОВ Видавництво «Ранок». Свідоцтво ДК № 3322 від 26.11.2008.
61071 Харків, вул. Кібальчича, 27, к. 135.

Адреса редакції: 61145 Харків, вул. Космічна, 21а.
Тел. (057) 719-48-65, тел./факс (057) 719-58-67.

Для листів: 61045 Харків, а/с 3355. E-mail: office@ranok.com.ua

З питань реалізації звертатися за тел.: у Харкові – (057) 712-91-44, 712-90-87;

Києві – (044) 599-14-53, 377-73-23; Білій Церкві – (04563) 6-90-92;

Вінниці – (0432) 55-61-10, 27-70-08; Дніпропетровську – (056) 785-01-74;

Донецьку – (062) 261-73-17; Житомирі – (0412) 41-27-95, 44-81-82;

Івано-Франківську – (0342) 72-41-54; Кривому Розі – (056) 401-27-11;

Луганську – (0642) 53-34-51; Львові – (032) 244-14-36;

Миколаєві – (0512) 24-41-49; Одесі – (048) 737-46-54;

Сімферополі – (0652) 54-21-38; Тернополі – (0352) 51-28-27;

Хмельницькому – (0382) 70-63-16; Черкасах – (0472) 51-22-51, 36-72-14;

Чернігові – (0462) 62-27-43

E-mail: commerce@ranok.com.ua.

«Книга поштою»: 61045 Харків, а/с 3355.

Тел. (057) 717-74-55, (067) 546-53-73.

E-mail: pochta@ranok.com.ua